ISSN 0376-477X

中華農業研究

第四十八卷　　第 三 期

目　　次

稻米粒貯藏性蛋白質品種間的差異及其與食味
關係之研究......................吳永培 許愛娜 陳一心 陳隆澤 黃懿秦… 1
國際稻品種（系）在臺灣對稻熱病之反應及其利用..................陳隆澤…12
台南白玉米自交系對亞洲玉米螟抗性之遺傳變異
及其遺傳行爲..........................謝光照 陳炳輝 何千里 盧煌勝…24
不同種植期對水芋乾物質與氮素累積性狀之影響
....................................陳烈夫 呂椿棠 魏夢麗 呂秀英…32
期作間水芋全生育期光合成物質生產之比較...魏夢麗 陳烈夫 呂椿棠 呂秀英…47
木瓜新品種—台農六號（朱玉）之育成.......王德男 翁瑞亨 黃基倬 徐秀鳳…65
本省低海拔地區種植低需冷性油桃可行性之研究.............溫英杰 吳雅婷…75
乙烯與蝴蝶蘭花朵寒害早謝之關係..................黃肇家 王自存 黃慧穗…84
抗臺灣地區白葉枯病之稻品種篩選........................張義璋 謝麗娟.101

中華民國八十八年九月

行政院農業委員會農業試驗所出版

中華民國　臺灣省　臺中縣　霧峰鄉

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 48(3): 1～11 (1999)

稻米粒貯藏性蛋白質品種間的差異及其與食味關係之研究[1]

吳永培[2] 許愛娜[3] 陳一心[2] 陳隆澤[2] 黃懿秦[4]

摘要：本研究利用47個水稻品種爲材料，目的在探討貯藏性蛋白質在品種間的差異及其與食味間的關係，試驗結果發現Albumin的含量介於3.06～5.66 mg/g 白米粉末之間，平均含量爲4.34 mg，約占白米貯藏性蛋白質8%；而globulin介於2.22～4.98 mg之間，平均含量爲3.15 mg，約占白米貯藏性蛋白質5.8%；prolamin含量介於0.98～3.76 mg之間，平均含量爲2.11 mg，約占白米貯藏性蛋白質3.9%；glutelin介於25.36～71.76 mg之間，平均含量爲44.4 mg，約占白米貯藏性蛋白質82.3%。至於四種貯藏性蛋白質總和之total protein含量則介於34～81.6 mg含量，平均含量爲53.94 mg。四種貯藏性蛋白質含量的百分比以glutelin的含量最高，而albumin的含量次之，globulin的含量又次之，而prolamin的含量最低。 不同類型水稻品種的比較分析中發現稉稻的albumin、glutelin和total protein均顯著高於秈稻。日本稻、台灣稉稻、台灣秈稻、美國稻及IRRI稻五類經多重比較結果發現各類型稻間除貯藏性蛋白質prolamin、食味官能評估特性中的香味及硬度等三項無差異外，其餘品質特性均有顯著的不同。至於貯藏性蛋白質與食味的相關分析結果則顯示稉稻品種中僅prolamin與食味官能評估特性有關係存在，它與外觀、香味、口味、黏度及食味總評均呈負相關關係。而秈稻亦僅albumin與外觀、口味、黏度及食味總評呈顯著的正相關。由於顯示秈、稉稻之貯藏性蛋白質與食味官能評估特性間的關係有所差別，亦即秈、稉稻中影響食味良劣的貯藏性蛋白質種類不同，所以在進行良質米育種時，似宜就秈、稉稻分別進行米質的選育工作。

關鍵詞：貯藏性蛋白質、食味、水稻。

前　　言

稻米品質良劣的影響因子很多，諸如米粒品質成份含量、米飯物理特性、炊飯特性及營養價值等均會對米質良劣有影響(1,4,7,12,17)，在理化性狀中，以直鏈性澱粉及蛋白質含量對白米之炊飯品質，即對食用品質影響最大(4)。而國內有關稻米品質的研究則著重於碾米率、白米外觀、烹調與食用品質等，其中以直鏈澱粉含量最受重視，常作爲不同米用途之指標。然而直鏈澱粉含量相近的品種，其烹調與食味上卻仍有差異，顯示僅以直鏈澱粉一項作爲米質劃分依據，似有不足。尤其是國內栽培稻多屬低直鏈澱粉含量的品種，其直鏈澱粉含量的差異並不大，但在食味上卻有頗大的不同(5)，顯示仍有其它

1. 行政院農業委員會農業試驗所　研究報告第 1987 號。
2. 本所嘉義分所助理、研究員及副研究員。台灣省　嘉義市。
3. 行政院農業委員會台中區農業改良場副研究員。台灣省　彰化縣　大村鄉。
4. 國立台灣大學農藝系。台北市。

因子參與食味的控制。

食味除與直鏈澱粉含量有關外，與粗蛋白質及貯藏性蛋白質組成間亦有關係存在[4]。在相關分析中發現粗蛋白質含量與食味呈負相關關係[7,17]。國外的研究報告指出較高粗蛋白質含量的米粒煮熟後，質地會較硬且較泛黃、不透明[21, 27]，且澱粉粒之吸水及膨脹會因蛋白質增加而受到干擾，而延長米飯烹煮的時間，導致食味值下降[28]。Matsue [20]的研究更指出食味較佳的越光品種，其蛋白質的含量、醇溶性蛋白質及鹼溶性蛋白質均較食味中等者低，顯示蛋白質含量及組成與食味關係十分密切，是米質良劣的重要影響因子之一。

一般穀粒中有5～12%粗蛋白質存在，其中約有90%以上爲貯藏性蛋白質，這些貯藏性蛋白質可用水、鹽類、醇類及鹼性溶劑分別抽取，即依溶解特性可抽出水溶性蛋白質(albumin)、鹽溶性蛋白質(globulin)、醇溶性蛋白質(prolamin)及鹼溶性蛋白質(glutelin)等四項[14,15,23]，於穀粒中的分布，前二者多存在於胚乳外圍之糊粉層或其下三至四層細胞中，富含離胺酸(lysine)，所以營養價值高。唯白米中的含量相對較低，洗米過程中會有溶離流失等情形，因此實際上對稻米的營養價值影響相當有限[19]。至於prolamin與glutelin的含量合計約占貯藏性蛋白質的85%左右[25]，大多存在於穀粒的次糊粉層以下之胚乳澱粉層，在水稻開花20天後作快速累積[30]。以掃描式電子顯觀察時則可看到蛋白質體-Ⅰ(protein bodyⅠ)和蛋白質體-Ⅱ(protein body Ⅱ)，其中prolamin主要累積於蛋白質體-Ⅰ，glutelin主要貯存於蛋白質體-Ⅱ[18,22,26]，這二族蛋白質是眞正具有貯藏功能的蛋白質。而從營養價值的觀點來看，prolamin所含的胺基酸係以疏水性胺基酸爲主，含人類所需要的必需胺基酸較低，於人體內消化率不佳，所以營養價值不高[13,16,24]。glutelin 則由於含有較多的必需胺基酸，在人體內的消化率較佳[12]，故營養價值較高[29]。由於prolamin和glutelin占貯藏性蛋白質的85%左右，在營養價上又有相當大的差異，因此若能針對這二族蛋白質的含量與品質加以改良，對良質米品質的提升應有所助益。

國內學者近來亦將部分的注意力轉移至貯藏性蛋白質的研究，其中在利用RP-HPLC之貯藏性蛋白質圖譜研究，發現prolamin、glutelin在部分的栽培種中有明顯差異，且會因栽培環境不同而影響含量的表現[8]，因此可能具有辨識稻米品種與品質的潛力[3]。另外在五種不同栽培時期對貯藏性蛋白質含量影響的研究中，則發現albumin、globulin含量在五個不同收穫期的表現相差不多，較不易受環境影響；不過prolamin、glutelin則會因穀粒充實期的平均溫度降低而明顯增加，而從RP-HPLC圖譜的研究亦得知，環境對貯藏性蛋白質之影響可能只是在量的差異上作用，對質的影響應不大[9]。唯上述研究所使用的品種數目並不多，對於國內常用的栽培稻品種在蛋白質含量及組成等的差異可提供的訊息仍嫌不足，且對於貯藏性蛋白質與食味間的關係並未深入探討，仍停留在粗蛋白的層次上。基此，本研究挑選國內常用的育種親本爲材料，探討貯藏性蛋白質在品種間的差異，並釐清它與食味間的關係，藉以提供本國良質米育種時之參考及應用。

由於傳統上國內將水稻區分成秈型與稉型稻兩種，故本研究亦將所用水稻品種以目視的方式，依植株形態及穀粒粒型粗分成秈型及稉型稻，並探討兩類型稻在品質特性上的表現是否不同。此外，水稻育種過程中常會使用國外引進的品種作爲育種材料，爲了解不同引進品種的品質特性的差異，吾人亦根據水稻品種的材料來源，將材料區分爲日本稻(Japanses rice)、台灣稉稻(Taiwan japonica rice)、台灣秈稻(Taiwan indica rice)、美國稻(America rice)及IRRI稻(東南亞稻，IRRI rice)等五種類型，期藉由不同類型稻品種品質特性的比較，了解各類型水稻間的異同，以提供未來育種、品質及栽培上的參考。

材料與方法

一、材料處理

本研究使用47個水稻品種爲材料，品種名稱、代號與類型詳如表 1所示。所有材料均於87年一期作種植於嘉義農業試驗分所試驗田，每品種種植3行，每行25株，行株距爲25 x 20公分，合計種植75株，不設重複，栽培管理方式採用嘉義地區的慣行法。各品種於成熟適期收穫中間行水稻20株，供作貯藏性蛋白質分析用樣品，其餘55株水稻則於收穫調製後供食味官能品評分析用。收穫後的稻穀均先以50℃烘箱烘至水分至14%左右，再將樣品以日製Satake脫穀機(Satake, Japan)碾成糙米，再將糙米以試驗用小型精米機(Yamamoto，Japan)碾成白米，其中貯藏性蛋白質分析用白米以Cyclone Sample Mill(Udy, USA)磨成粉末，樣品調製後均置於4℃冷藏櫃中備用。

表1. 材料名稱表

Table 1. Trial varieties of rice

No.	Type	Group[a]	Variety name	No.	Type	Group[z]	Variety name
1	Japonica	A	Koshihikari	25	Indica	C	Taichung native 1
2	Japonica	A	Akitakomachi	26	Indica	C	TaichungSen 10
3	Japonica	A	Nipponbare	27	Indica	C	ChianungSen 6
4	Japonica	A	Kinuhikari	28	Indica	C	ChianungSen 8
5	Japonica	A	Hokuriku 100	29	Indica	C	ChianungSen 11
6	Japonica	B	Taikeng 1	30	Indica	C	TainungSen 12
7	Japonica	B	Taikeng 2	31	Indica	C	TainungSen 14
8	Japonica	B	Taikeng 3	32	Indica	C	TainungSen 18
9	Japonica	B	Taikeng 5	33	Indica	C	TainungSen20
10	Japonica	B	Taikeng 6	34	Indica	C	TaichungSen17
11	Japonica	B	Taikeng 7	35	Indica	D	L202
12	Japonica	B	Taikeng 8	36	Indica	D	NATO
13	Japonica	B	Taikeng 9	37	Indica	D	DELLA
14	Japonica	B	Taikeng 11	38	Indica	D	LEMONT
15	Japonica	B	Taikeng 14	39	Indica	D	CALROSE 76
16	Japonica	B	Taikeng 15	40	Indica	E	IR8
17	Japonica	B	Taipei 309		Indica	E	IR2 4
18	Japonica	B	Taichung 189	42	Indica	E	IR36
19	Japonica	B	Tainung67	43	Indica	E	IR50
20	Japonica	B	Tainung 68	44	Indica	E	IR64
21	Japonica	B	Tainung 69	45	Indica	E	IR72
22	Japonica	B	Tainung 70	46	Indica	E	IR3941-25-1
23	Japonica	B	Hsinchu 56	47	Indica	E	POKHARELI
24	Japonica	B	Kaohsiung 139				

[z]A: Japanese rice; B: Taiwan japonica rice; C: Taiwan indica rice; D: America rice; FE: IRRI rice.

二、分析方法

貯藏性蛋白質的抽取係依Chen and Chen [11] 之方法略爲修飾後進行，修飾的部分爲：1.樣品先經抽取脂肪程序除去部分脂肪。2.去脂肪後的樣品直接進行albumin、globulin、prolamin、glutelin等四種貯藏蛋白質的抽取。與Chen and Chen [11]先抽出總蛋白質後，再由總蛋白質中進行各種蛋白質的抽取方式不同。3.抽出液加入量由0.5 ml增加爲1 ml。貯藏性蛋白質的抽取過程分述如下：

1. 秤取供試樣品白米粉末100 mg於2 ml的塑膠離心管中，加入0.5 ml 乙醚於振盪器中振盪抽取脂肪15分鐘，倒掉乙醚並於抽氣櫃中揮發殘餘的乙醚。

2. 去脂肪後樣品，先進行albumin的抽取，即加入1 ml緩衝液A(50 mM Tris-HCl, pH7.5, 1 mM EDTA)，在室溫下以 Vortex振盪2小時，以13000 rpm離心15分鐘後，收集上清液於另一新2 ml離心管。殘存物再重複抽取一次，合併二次抽取的上清液並混合均勻後，置於4℃冰箱中待測備用。
3. 同上述步驟1，抽完albumin之殘存物以緩衝液A內含0.5M NaCl 抽取globulin。
4. 同上述步驟1，抽完globulin之殘存物以緩衝液A內含60% 1-propanol抽取prolamin。
5. 同上述步驟1，抽完prolamin之殘存物以緩衝液A內含2 % SDS, 0.6 % 2-mercaptoethanol抽取glutelin。所有抽出的蛋白質樣品皆於48小時內分析完畢，以避免蛋白質變質而影響分析的準確性。而樣品蛋白質濃度高時，則需經稀釋後再進行蛋白質定量工作。
6. 蛋白質之定量採用Bradford[10]之蛋白質染劑結合的分析法(protein-dye binding assay)進行，利用分光光度計(Shimadzu UVmini1240, Japan)於波長595 nm下讀取吸光值，標準迴歸直線則以小牛血清蛋白(BSA)製作，各蛋白質經過定量後以mg/g白米粉末表示之。
7. Total protein的含量是以四種貯藏性蛋白質含量相加之總和表示之。

至於米飯官能評估則依據許與宋[4]之方法煮飯，再調查外觀(appearance)、香(aroma)、口味(flavor)、黏性(cohesion)、硬性(hardness)與總評(overall in sensory evaluation)等六項，並以台中區農業改良場試驗田所生產之台稉 9號做為對照品種。

三、統計分析

各項食味官能評估值經常態分數(normal score)轉換後，先以X^2檢定秈型及稉型稻兩者間貯藏性蛋白質及食味官能評估值的樣品變方是否相等，若樣品變方相等時則採用t test，而樣品變方不相等時則採用t 'test來分析平均值間的差異。而日本稻、台灣稉稻、台灣秈稻、美國稻及IRRI稻五類型之比較，則是先進行變方分析，於變方分析達顯著水準時，再進行各類型稻之貯藏性蛋白質、食味官能評估等性狀的最小顯著差異值(least significant difference)法測定。至於簡單相關分析則先以所有品種、秈型、稉型稻各項性狀值分別進行。

結果與討論

47個水稻品種各項品質性狀調查的結果列於表 2，其中所有品種albumin平均含量爲4.34 mg，約占白米貯藏性蛋白質8%左右，以IR36(42)的3.06 mg含量最低，而以NATO(36)的5.66 mg含量最高；而globulin平均含量爲3.15 mg，約占白米貯藏性蛋白質5.8%，以台農秈18號(32)的2.22 mg含量最低，而以IR8(40)的4.98 mg含量最高；prolamin平均含量爲2.11 mg，約占白米貯藏性蛋白質3.9%，以台農秈14號(31)的0.98 mg含量最低，而以台農秈20號(33)的3.76 mg含量最高；glutelin平均含量爲44.4 mg，約占白米貯藏性蛋白質82.3%，以新竹56號(23)的25.36mg含量最低，而以台稉1號(6)的71.76 mg含量最高。至於四種貯藏性蛋白質總和之total protein平均含量爲53.94 mg，以新竹56號(23)的34 mg含量最低，以台稉1號(6)的81.6 mg含量最高。

檢視貯藏性蛋白質含量的百分比，以glutelin的含量最高，而albumin的含量次之，globulin的含量又次之，而prolamin的含量最低，其中glutelin與prolamin兩者含量合計約占total protein 的86%左右，上述分析結果與許多學者[9,3,8,11]所發表的報告大致相近。唯prolamin的含量似有偏低的情形，究其原因可能是prolamin與染劑(dye)結合的能力只有其它三種蛋白質的四分之一，本實驗因市面上並無販售純化之水稻prolamin可供利用，僅使用小牛血清蛋白(BSA)作爲標準品，小牛血清蛋白與染劑的結合力較prolamin好，故造成prolamin定量的結果相對有偏低的現象。

秈型與稉型稻品質特性平均值的比較結果如表3所示，其中 globulin、prolamin、glutelin在秈型與

表 2. 47個品種貯藏性蛋白質含量、食味官能品評值

Table 2. Values of storage proteins and taste test scores for 47 rice varieties

Item No.	Albumin mg	Globulin mg	Prolamin mg	Glutelin mg	Protein mg	Appearance	Aroma	Flavor	Cohesion	Hardness	Overall sensory evaluation
1	4.00	3.54	2.08	67.52	77.1	0.156	-0.038	-0.117	-0.038	0.117	-0.039
2	4.19	3.53	1.90	67.28	76.8	0.035	0	0	-0.105	0.175	0.035
3	4.25	3.84	2.36	66.40	76.8	-0.391	-0.035	-0.356	-0.432	0.251	-0.391
4	5.27	3.37	1.99	70.88	81.5	-0.035	0	-0.070	-0.070	0.140	-0.035
5	5.14	3.99	2.09	47.04	58.2	0.035	0	-0.035	-0.070	-0.070	-0.035
6	4.48	3.65	1.80	71.76	81.6	0	0	-0.070	-0.105	0.070	-0.070
7	4.60	3.38	1.78	54.00	63.7	0	-0.035	-0.105	-0.070	0.140	-0.105
8	4.02	2.85	2.20	43.52	52.5	-0.175	0	-0.140	-0.175	0.280	-0.140
9	4.20	3.52	1.88	39.52	49.1	0	-0.035	-0.140	-0.175	0.175	-0.175
10	4.44	3.26	2.15	43.92	53.7	-0.117	-0.078	-0.194	-0.156	-0.156	-0.194
11	4.61	3.55	2.00	46.64	56.7	-0.194	0	-0.272	-0.272	0.233	-0.272
12	4.61	3.73	3.01	55.20	66.5	-0.396	-0.194	-0.493	-0.532	0.441	-0.532
13	4.48	3.01	2.68	41.68	51.8	-0.311	0	-0.233	-0.233	0.156	-0.272
14	4.35	3.04	1.86	48.08	57.3	-0.156	0	-0.201	-0.279	0.156	-0.240
15	4.13	3.60	2.52	36.72	46.9	-0.039	-0.078	-0.272	-0.156	0.194	-0.233
16	5.28	3.79	2.24	65.36	76.6	-0.350	-0.078	-0.357	-0.357	0.039	-0.396
17	4.40	2.90	2.45	33.28	43.0	-0.233	-0.078	-0.233	-0.117	-0.078	-0.233
18	4.67	2.89	2.17	46.48	56.2	-0.362	-0.070	-0.432	-0.362	0.210	-0.432
19	5.17	2.55	1.97	37.60	47.2	-0.263	0	-0.270	-0.263	0.175	-0.219
20	4.89	2.64	1.77	36.32	45.6	-0.263	0	-0.270	-0.314	0.263	-0.270
21	4.81	2.75	1.83	37.20	46.5	-0.263	0	-0.131	-0.219	0.044	-0.175
22	5.46	3.36	2.88	51.12	62.8	-0.175	0	-0.226	-0.314	0.175	-0.270
23	3.71	2.72	2.30	25.36	34.0	-0.117	0.039	-0.156	-0.194	0.194	-0.156
24	3.56	3.05	2.30	32.72	41.6	-0.280	-0.140	-0.210	-0.315	0.146	-0.315
25	4.16	3.00	1.88	35.84	44.8	-1.055	-0.095	-1.203	-1.350	0.395	-1.203
26	4.27	3.04	2.17	35.12	44.5	-0.234	-0.051	-0.351	-0.308	0.350	-0.439
27	3.88	3.13	2.39	35.20	44.6	-0.709	-0.220	-1.055	-1.203	0.204	-1.055
28	3.82	2.75	2.71	39.84	49.1	-0.432	-0.076	-0.532	-0.497	0.321	-0.531
29	3.90	2.44	1.43	41.20	48.9	-0.514	-0.035	-0.855	-0.855	0.216	-0.796
30	3.89	2.67	1.70	43.20	51.4	-1.073	-0.100	-1.132	-1.173	0.087	-1.173
31	3.99	2.45	0.98	36.40	43.8	-0.473	-0.035	-1.069	-0.896	0.257	-0.896
32	3.91	2.22	1.43	37.92	46.9	-0.714	-0.035	-0.938	-1.078	0.292	-0.938
33	5.22	2.69	3.76	39.36	49.5	-0.286	-0.100	-0.403	-0.403	0.245	-0.403
34	4.54	2.96	1.12	37.92	47.9	-0.832	-0.035	-1.114	-1.173	0.064	-1.114
35	4.58	3.26	1.48	39.36	48.6	-0.879	0.044	-1.004	-1.078	0.169	-1.004
36	5.66	4.23	2.32	46.48	54.6	-0.403	-0.105	-0.555	-0.555	0.397	-0.555
37	4.30	3.36	1.48	45.44	54.6	-0.358	-0.306	-0.563	-0.658	-0.564	-0.658
38	4.85	3.90	2.00	48.08	58.8	-0.606	0	-0.805	-0.930	-0.520	-0.805
39	4.72	3.38	2.60	50.64	61.3	-0.306	0	-0.358	-0.358	0.219	-0.358
40	4.12	4.98	3.44	48.24	60.7	-0.93	-0.095	-1.276	-1.35	-0.534	-1.276
41	4.13	3.34	1.66	32.24	41.3	-1.055	-0.139	-1.35	-1.35	0.879	-1.276
42	3.06	2.80	2.16	42.64	50.6	-0.778	-0.111	-0.973	-1.055	0.655	-1.055
43	3.05	2.46	1.78	36.32	43.6	-0.834	-0.095	-1.055	-1.055	0.139	-1.055
44	3.07	2.69	2.44	33.76	41.9	-1.004	-0.044	-1.203	-1.203	0.680	-1.129
45	3.27	2.88	1.88	36.40	44.4	-0.888	0	-1.108	-1.108	0.065	-1.108
46	4.30	2.51	1.84	41.04	49.6	-0.105	-0.105	-0.216	0.152	-0.514	0.076
47	4.52	2.24	1.75	37.28	45.7	-0.432	-0.070	-0.397	-0.432	0.286	-0.432
Mean	4.34	3.15	2.11	44.44	53.94	-0.40	-0.03	-0.52	-0.54	0.18	-0.52

稉型稻並無差異存在，而albumin和total protein則以稉稻的含量高於秈稻， 在albumin稉稻的含量爲4.53 mg，秈稻爲4.14 mg，兩類型稻平均值間的差異已達顯著水準；total protein稉稻爲58.49 mg，而秈稻爲49.19 mg，平均值間的差異亦達極顯著水準，顯示秈型、稉型稻間在貯藏性蛋白質含量上的確有差異存在。

秈型與稉型稻品質特性平均值的比較結果如表3所示，其中 globulin、prolamin、glutelin在秈型與稉型稻並無差異存在，而albumin和total protein則以稉稻的含量高於秈稻，在albumin稉稻的含量爲4.53 mg，秈稻爲4.14 mg，兩類型稻平均值間的差異已達顯著水準；total protein稉稻爲58.49 mg，而秈稻爲49.19 mg，平均值間的差異亦達極顯著水準，顯示秈型、稉型稻間在貯藏性蛋白質含量上的確有差異存在。

上述結果與一般認爲秈稻的粗蛋白質含量高於稉稻的論點相反，究其原因是否因以常用育種親本爲選取材料的方式，此爲個人主觀意念下的固定型取樣，故會形成取樣的逢機性較不足，進而造成選用較多的低蛋白質含量秈稻品種材料進入試驗。亦或是各學者使用的精白機型不同，而精白機多是爲稉型米精白功能所設計發展出來，因此秈米可能受米粒粒型的影響而造成米粒的精白不均勻，米糠及米粒外層所含的蛋白質因未均勻去除，故形成各學者所得結論有所差異?此外，粗蛋白質含量分析時，諸如游離氮素、膜蛋白質等均會併入穀粒粗蛋白質含量中，而本研究則僅抽取四種貯藏性蛋白質，其它類型的蛋白質或氮素等未被抽取，因此若秈稻在這些類型的蛋白質恰好含量較高時，便可能造成像本研究中，秈稻的total protein含量會有較低的結果。然從鄭和張[6]爲研究可知游離氮素在秈、稉稻間的差異極小[6]；而Chen and Chen[11]的研究中則發現秈稻的殘餘蛋白質量確實較稉稻高1～2%，唯將差異換算爲成分含量卻僅是1～2mg的不同而已，因此尚不足以造成稉稻蛋白質含量高於秈稻事實，而進一步比較Chen and Chen[11]報告中秈、稉稻各項貯藏性蛋白質的含量時，其結果亦是稉稻的albumin、total protein高於秈稻，與本研究的結果十分相近，顯示本研究的結果有一定可靠性。

表 3. 秈、稉稻米貯藏性蛋白質及食味官能品評之比較

Table 3. Comparsions of storage proteins and taste test scores between indica and japonica rice varieties

Type	Japonica rice Mean±SD	Indica rice Mean±SD	Value of t test
Albumin (mg)	4.53± 0.50	4.14±0.66	2.28*
Globulin (mg)	3.27± 0.42	3.02±0.66	1.54
Prolamin (mg)	2.18± 0.34	2.03±0.66	0.97
Glutelin (mg)	48.57±13.47	40.06±5.02	1.87
Total protein (mg)	58.49±13.86	49.19±5.96	3.01**
Appearance	-0.16± 0.15	-0.65±0.30	7.04**
Aroma	-0.03± 0.05	-0.03±0.14	0
Flavor	-0.21± 0.12	-0.85±0.35	8.31**
Cohesion	-0.22± 0.13	-0.87±0.41	7.26**
Hardness	0.14± 0.13	0.21±0.36	-0.88
Overall sensory Evaluation	-0.22± 0.14	-0.83±0.36	7.59**

*, ** Significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.

在兩類型水稻食味官能評估的比較分析中，除了氣味和硬度兩項無差異外，外觀、口味、黏度及食味總評等四項均達極顯著的差異，並以稉稻的食味官能評估值高於秈稻，此一結果可能係因秈稻材料中有頗多高直鏈澱粉含量的品種所致，如嘉農秈6號(27)、台農秈14號(31)、台中秈17號(34)等等[2]

，在國內喜食低直鏈澱粉含量的前提下，秈稻在食味表現遠低於梗稻是可以理解的。因秈稻在食味上表現較差，進行水稻雜交育種時應特別注意秈稻背景的導入是否會造成後代品質發生劣化，但從兩類型稻在品質特性的標準偏差來看，不論貯藏性蛋白質，或是食味官能評估特性，秈稻的變異程度均較梗稻高，因此或可利用秈稻在品質特性上的變異彌補梗稻在品質特性差異不大的的缺失。

比較五種不同來源的水稻類型結果如表 4所示。由結果可知各類型稻除prolamin、香味及硬度無差異外，其餘特性的差異均達顯著水準以上，其中albumin的含量以日本稻最高，而台灣梗稻、美國稻與日本稻間差異不顯著，但台灣秈稻與日本稻間則有明顯差異，至於IRRI稻的含量表現最低，並與其它類型的水稻間有顯著的差異；globulin的含量則以日本稻、美國稻較高，而台灣秈稻最低，但與台灣梗稻間的差異不顯著；glutelin和total protein以日本稻含量最高，並與其餘四類型稻間有顯著的差異存在，然台灣梗稻、台灣秈稻、美國稻及IRRI稻間則無差異存在。

食味官能評估特性的分析中發現外觀、口味以日本稻、台灣梗稻最佳，台灣秈稻與美國稻則無差異，以IRRI稻的外觀表現最差；黏度以台灣梗稻、日本稻的黏度較高，而台灣秈稻、美國稻及IRRI稻間則無差異存在；至於食味總評與黏度的分析結果相近。上述的比較分析結果可知日本稻的albumin、globulin及glutelin的含量與食味的表現都是最好的，因此似可在利用日本稻種源爲材料，將良好的品質特性轉入本國的栽培稻中，藉以提升本國稻米的品質。唯本實驗所使用的水稻品種除僅台灣水稻品種數目較多外，其餘類型的水稻品種數目並不多，似乎不足以代表各類型稻的眞正特性，如此在進行變方分析及多重比較時，會由於各類型材料樣品數的不同而影響統計分析的結果，使得結論上或有所偏頗。然站在以國內常用育種品種的基因庫爲範圍的角度上來看，國外引進品種的使用率相對較國內育成的品種低，因此選用較多的國內水稻品種，試驗結果可對國內常用水稻品種在品質特性上變異的情形提供較眞實的訊息，即可有效表現國內常用水稻品種其遺傳基因庫之變異訊息。而使得結論範圍可提供國內在品質特性上實際應用。

表 4. 不同類型的稻品種米理化特性之多重比較

Table 4. Multiple comparisons for storage proteins and taste test scores among different types of rice varieties

Type	Japanese rice	Taiwan *Japonica rice*	Taiwan *Indica rice*	America rice	IRRI rice
Albumin	4.57ab	4.52ab	4.16bc	4.82a	3.69c
Globulin	3.65 a	3.17ab	2.74b	3.63a	2.91b
Prolamin	2.08	2.20	1.96	2.05	2.12
Glutelin	63.82a	44.55b	38.34b	46.00b	38.49b
Total protein	74.10a	54.40b	47.10b	56.40b	47.20b
Appearance	-0.04a	-0.194a	-0.632bc	-0.51b	-0.753c
Aroma	-0.015	-0.039	-0.024	0.049	-0.082
Flavor	-0.116a	-0.232a	-0.865bc	-0.657b	-0.947c
Cohesion	-0.143a	-0.243a	-0.893b	-0.716b	-0.925b
Hardness	0.123	0.150	0.243	-0.060	0.341
Overall Sensory evaluation	-0.093a	-0.247a	-0.855b	-0.676b	-0.907b

Means with the same letter of a row are not significantly different at 5% level by LSD test.

爲探討四種貯藏性蛋白質含量與食味官能評估特性值的關係，本研究進行了貯藏性蛋白質含量與食味官能評估特性值間的相關分析(表 5，表 6，表 7)，由47個品種的相關分析中(表 5)，發現除了globulin、prolamin與食味官能評估特性無顯著的相關關係外，albumin與外觀、口味、黏度及總評間的

有極顯著的正相關；而glutelin、total protein亦與外觀、口味、黏度及總評間有極顯著或顯著的正相關。顯示貯藏性蛋白質與食味間有密切的關係存在。唯由上述結果來看，total protein、albumin、glutelin含量愈高，食味會有愈好的關係，此一結論顯然與以往認爲蛋白質含量愈高，食味會愈差的認知有所不同，探究其原因可能是秈稻與粳稻的資料合併分析，會因兩類型水稻在品質特性與食味的關係上不同，使得分析結果受到混淆，爲釐清此一觀點，乃將秈型與粳型稻的資料再分別進行相關分析，結果如表6及表7所示。

表 5. 47個水稻品種貯藏性蛋白質與食味品評値間之相關係數

Table 5. Correlation coefficients of storage protein and taste test scores for 47 rice varieties

Character	Appearance	Aroma	Flavor	Cohesion	Hardness	Overall sensory evaluation
Albumin	0.42**	0.276	0.457**	0.432**	-0.244	0.452**
Globulin	0.164	-0.089	0.123	0.077	-0.010	0.093
Prolamin	0.135	0.161	0.189	0.169	0.190	0.151
Glutelin	0.406**	0.036	0.388**	0.352*	-0.150	0.385**
Total protein	0.421**	0.051	0.406**	0.367**	-0.147	0.400**

表 6. 24個粳稻品種貯藏性蛋白質與食味品評値間之相關係數

Table 6. Correlation coefficients of storage protein and taste test scores for 24 Japonica rice

Character	Appearance	Aroma	Flavor	Cohesion	Hardness	Overall sensory evaluation
Albumin	-0.166	0.177	-0.121	-0.118	-0.153	-0.083
Globulin	0.297	-0.258	0.043	0.038	-0.052	0.041
Prolamin	-0.427*	-0.489*	-0.543**	-0.474*	0.258	-0.559**
Glutelin	0.249	0.008	0.142	0.091	0.045	0.196
Total protein	0.234	-0.007	0.122	0.074	0.043	0.174

表 7. 23個秈稻品種貯藏性蛋白質與食味品評値間之相關係數

Table 7. Correlation coefficients of storage protein and taste test scores for 23 indica rice

Character	Appearance	Aroma	Flavor	Cohesion	Hardness	Overall sensory evaluation
Albumin	0.475*	0.356	0.499*	0.429*	-0.248	0.479*
Globulin	-0.112	-0.043	-0.134	-0.190	0.037	-0.178
Prolamin	0.185	0.303	0.261	0.198	0.204	0.204
Glutelin	0.277	0.150	0.305	0.231	-0.387	0.253
Total protein	0.293	0.194	0.325	0.242	-0.327	0.268

由表 6可知除prolamin一項外，albumin、globulin · glutelin、total protein與食味官能評估特性並無相關存在，而prolamin與外觀、香味、口味、黏度及總評間則均呈負相關，顯示粳稻中與食味良劣有關之貯藏性蛋白質僅prolamin一項而已，此結果與日本學者報告中指出食味較佳的越光品種，粗蛋白質與prolamin含量皆較食味中等者低的結論[20]相吻合。在秈稻的相關分析中(表 7)，除albumin一項與外觀、口味、黏度及食味總評等三項呈正相關外，其餘貯藏性蛋白質與食味官能評估特性間均無相關存在。由秈型與粳型稻相關分析的結果顯示，兩類型稻中影響食味良劣的貯藏性蛋白質種類各不相同，並與合併秈型與粳型稻資料所得結果差異相當大，顯示在探討貯藏性蛋白質與食味官能評估間關係，

仍應依秈型、稉型稻分別進行研究，以避免分析結果受到干擾。

近年來國內雖對於貯藏性蛋白質的研究已日漸增加，唯大多數的研究著重於純化抽取方法的建立、蛋白質的分子特性[11,21]、品種差異及鑑定[3,8]、栽培時期的影響[9]，對於粗蛋白中究竟是那種組成分含量與食味有關並不清礎，因此停留在粗蛋白質含量與食味呈負相關關係的印象中[7,1]，有待進一步釐清。由上述試驗結果可知貯藏性蛋白質含量與食味有密切關係的結果來看，顯示透過貯藏性蛋白質來提升稻米的食味及營養價值應是一可行途徑，尤其是根據秈型與稉型稻相關分析結果來進行良食味品種的選拔，對於國內稻米蛋白質品質與食味的提升應頗有助益。其中在稉稻育種時，由於prolamin的營養價值差[13]，又與食味呈負相關，可以降低prolamin含量來提升稻米營養價值與食味的表現；至於其它種類的貯藏性蛋白質的營養價值高，且與食味官能評估特性間也無相關存在，因此可選拔含量高者來增加稻米的營養價值。而在秈稻育種中，亦可利用albumin與食味呈正相關的趨勢，選拔高albumin含量者來提升良食味品種的獲選機率，至於其餘三種貯藏性蛋白質與食味官能評估特性無相關，因此亦可以降低prolamin含量[16]，提高globulin與glutelin含量之方式，提升秈米貯藏性蛋白質之品質。

良質米育種過程中須找出指標性狀，如此選拔時方能利用指標性狀來掌握食味的變化。本研究室曾就澱粉黏度特性與食味間的關係進行探討，並建立澱粉黏度特性與食味總評的迴歸方程式，然迴歸方程式中仍有20%的食味變異無法爲澱粉黏度特性所解釋[5]，顯示仍有其它因子會影響食味的表現。基此，本實驗針對貯藏性蛋白質與食味的關係再進行探討，以期將來可結合澱粉黏度特性與貯藏性蛋白質組成來共同掌握食味的變化。結果顯示貯藏性蛋白質與食味關係密切，似可爲評估食味的指標性狀，因此本次試驗的結果應可提供國內水稻良質米育種中，選拔良食味品種的參考和依據。

誌　謝

本試驗承蒙行政院農業委員會經費補助(計畫編號:88科技-1.1-糧-06(3-7)，計畫審查並蒙王技正慶一小姐及宋執行長勳先生提供諸多寶貴意見，使得研究得以順利進行，特此一併誌謝。

引用文獻

1. 宋勳。1978。稻米品質劃分之可能性。台中區農業改良場研究彙報 新 2:26-31。
2. 郭益全。1996。稻米品質性狀之遺傳與育種。稻作生產改進策略研討會專刊。109-132頁。台灣省農業試驗所編印。
3. 黃裕昌、林如怡、盧虎生、朱鈞。1994。利用高效能液相色層分析檢定稻米蛋白質與品種特性。中華農學會報 新171:113。
4. 許愛娜、宋勳。1988。稻米理化性狀與食味關係之因子分析。台中區農業改良場研究彙報 25:43-53。
5. 許愛娜、吳永培。1998。水稻品種白米粉末黏度之研究。台中區農業改良場研究彙報 58:43-58。
6. 鄭心嫻、張爲憲。1995。以不同溶劑依序抽取米蛋白質區分條件之探討。中國農業化學會誌 33:570-578。
7. 劉慧瑛、林禮輝、宋勳、紅梅珠 。1988。不同稻米品種之食用品質與化學性質之關係。稻米品質。76-89頁。台灣省台中區農業改良場編印。
8. 董致韡、王長瑩、盧虎生、朱鈞。1997。台灣水稻品種穀粒貯藏性蛋白質分析:鹼溶性與醇溶性蛋白質含量及其RP-HPLC品種圖譜特性。中華農藝 7:115-125。
9. 簡珮如、盧虎生、朱鈞。1997。栽培時期對稻米貯存性蛋白質之影響。 中華農藝7:333-342。
10. Bradford, M. M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Anal. Biochem. 72:248-254.
11. Chen, S. C. G. and M. C. Chen. 1986. Characterization of storage proteins in indica rice. Bot. Bull. Academia Sinica 27:147-162.
12. Chikubu, S., S. Watanabe., T. Sugimoto., N. Manabe., F. Sakai. and Y. Taniguchi. 1985. Establishment of palatability

estimation formula of rice by multiple regression analysis. J. Jpn. Soc. Starch Sci. 32:51-60.

13. Eggum, B. O., H. Satoh. and B. O. Juliano. 1994. Protein quality evaluation of cooked rice for protein mutants in growing rats. Cereal Chem.71:199-201.
14. Juliano, B. O. 1985. Criteria of rice quality in the United States. B. O. Juliano, ed., Rice: Chemistry and Technology., American Assoc. Of. Cereal Chemists. St. Paul, MN., U.S.A. pp. 403-427.
15. Juliano, B. O. 1972. The rice caryopsis and its composition. In Juliano, B. O. Ed., Rice: Chemistry and Technology. Am. Assoc. Cereal Chem., St. Paul, MN., U. S. A. pp.16-74.
16. Kim, W. T. and T. W. Okita. 1988. Structure, expression, and heterogeneity of the rice seed prolamin. Plant Physiol. 88:649-655.
17. Lii, C. Y., S. M. Chang. and H. L.Yang. 1986. Correlation between the physicochemical properties and the eating quality of milled rice in Taiwan. Bull. Inst. Chem.,Academia Sinica 33:55-62.
18. Mandac, B. E., and B. O. Julano. 1978. Properties of prolamin in mature and developing rice grain. Phytochemistry 17:611-614
19. Masumura, T., N. Mitsukaea., K. Tanaka. and S. Fujii. 1991. Rice storage protein: Genetic analysis of acculation process. In: Bajaj, Y. P. S. ed., Biotechnology in Agriculture and Forestry. Vol 14, pp.495-507.
20. Matsue, Y., K. Odahara. and M. Hiramatsu. 1994. Differences in protein content, amylose and palatability in relation to location of grains within rice panicle. Jpn. J. Crop Sci. 63:271-277.
21. Nagato, K., M. Ebata. And M. Ishikawa. 1972. Protein content of developing and mature rice grain. Jpn. J. Crop Sci. 41:472-479.
22. Ogawa, M., T. Kumamaru., H. Satoh., T. Omura., T. Park., K. Shintaku. and K. Baba. 1989. Mutants for rice storage protein. 2. Isolation and characterization of protein bodies from rice mutants. Theor. Appl. Genet. 78:305-310.
23. Padhye, V. W. and D. K. Salunkhe. 1979. Extraction and characterization of rice proteins. Cereal Chem. 56:389-393.
24. Resurreccion , A. P., X. Li., T. W. Okita. and B. O. Juliano. 1993. Characterization of poorly digested protein of cooking rice protein bodies. Cereal Chem. 70:101-104.
25. Shyur, L. F., K. K. Zia. and C. S. Chen. 1988. Purification and some properties of storage proteins in japonica rice. Bot. Bull. Academia Sinica. 29:113-122.
26. Tanaka, K., T. Sugumato., M. Ogawa. and Z. Kasai. 1980. Isolation and characterization of two type of protein bodies in the rice endosperm. Agric. Biol. Chem. 44:1633-1639.
27. Tashiro, T. and I. F. Watdlaw. 1991. The Effect of high temperature on the accumulation of drying matter, carbon and nitrogen in the kernel of rice. Aust. J. Plant Physiol. 18:259-265.
28. Webb, B. D. 1985. Criteria of rice quality in the United States. In B. O. Juliano, ed., Rice: Chemistry and Technology., American Assoc. of. Cereal Chemists. St. Paul,MN., U.S.A. pp. 403-427.
29. Wen, T. N. and D. S. Luthe. 1985. Biochemical characterization of rice glutelin. Plant Physiol. 78:172-177.
30. Yamagata, H. and K. Tanaka. 1986. The site of synthesis and accumulation of rice storage protein. Plant Cell Physiol. 27:135-145.

Studies on the Differences of Storage Proteins Content among Rice Varieties and its Relationship to Palatability of Milled Rice

Young-Pei Wu[2], Ai-Na Hsu[3], Yi-Sin Chen[2], Lung-Che Chen[2] and Yih-Ching Huang[4]

Summary

In attempt to evaluate the differences of storage protein content among rice varieties and its relationship to palatability of milled rice, 47 rice varieties were available in this study. According to the results of analysis, the range of content of albumin, globulin, prolamin and glutelin was 3.06～5.66, 2.22~4.98, 0.98～3.76, and 25.36～71.76 mg/g powder of milled rice respectively. The average content was 4.34, 3.15, 2.11 and 53.34 mg/g for each storage protein mentioned above respectively. Thus, it showed that approximate 82.3% of the total protein was glutelin, 8 and 5.8% of the total protein was albumines and globulin, prolamin had the lowest percentage (3.9%) of total protein.

It indicated that the content of albumin, glutelin and total protein of japonica rice varieties were significantly higher than that of indica rice varieties. No significant difference was found in prolamin, aroma and hardness of palatability of milled rice among the five different types of rice (Japanese rice, Taiwan japonica rice, Taiwan indica rice, American rice and IRRI rice) by multiple comparisons tests. However, there existed significant differences among those five different types of rice for albumin, globulin, glutelin, total protein, appearance, flavor, cohesion and overall sensory evaluation.

There existed negative correlation between prolamin and appearance, aroma, flavor, cohesion, overall sensory evaluation of palatability of milled rice in japonica rice. Contrary, the significant positive correlation between albumin and appearance, flavor, cohesion, overall sensory evaluation of palatability of milled rice were found in indica rice. The reverse relationship between the storage protein and eating quality was found in japonica and indica rice in this study. In addition, the effects of different storage proteins on the palatability of milled rice were also different in japonica and indica rice. Therefore, it suggested that the breeding program for improving the quality of japonica and indica rice should be established respectively.

Key words： Storage protein, Eating quality, Rice.

---

1. Contribution No. 1987 from Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture.

2. Assistant, senior agronomist and agronomist, respectively. Department of Agronomy, Chiayi, Agricultural Experiment Station, Chai-Yi 60014, Taiwan, ROC.

3. Assistant Agronomist, Taichung District Agricultural Improvement Station, Changhua, Tasuen Hsiang 51500, Taiwan ,ROC.

4. Department of Agronomy, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, ROC.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 48(3): 12～23 (1999)

國際稻品種（系）在臺灣對稻熱病之反應及其利用[1]

陳 隆 澤[2]

摘要：行政院農業委員會農業試驗所嘉義分所國際稻熱病圃自1977年至1994年間，先後計檢定世界58個國家和各地農業改良場所育成之稻品種(系) 4,791個。參試稻品種(系)罹病情形因年度與期作而異，一般而言，秈稻對稻熱病之抵抗性較稉稻爲強，而第二期作之罹病程度較第一期作嚴重，惟兩期作罹病級數間呈顯著正相關。國際稻熱病圃歷年表現穩定抗病性之品種(系)已廣泛地被應用，並提供台灣水稻抗稻熱病育種多樣化及穩定性之抗源基因，且具顯著貢獻。

關鍵詞：稻、稻熱病、國際稻熱病圃、反應。

前 言

稻熱病係由稻熱病原菌[*Pyricularia grisea* (Cooke) Sacc.]所引起[24]，爲記錄最早，分佈最廣的一種稻作病害，全世界幾乎所有產米國家均深受其害[22]，尤其是溫帶國家及海拔較高之熱帶和亞熱帶地區，稻熱病更爲其稻作生產之主要障礙。此一病害同時也是栽培面積廣占15%之陸稻的大敵[21]。

栽植抗病品種被認爲是最經濟有效防治稻熱病的方法[12,15,23]，但由於稻熱病菌生理小種之多變性，使得抗稻熱病育種變得錯綜複雜，國際合作選育抗病品種被視爲是最佳途徑。因此1961年在印度新德里(New Delhi)舉行之第九屆國際稻作委員會(International Rice Commission; IRC)建議設置統一稻熱病圃(Uniform Blast Nursery; UBN)，並在該會贊助下，從1962年開始由17個國家搜集119個品種分送到不同國家測試，隨後1963年在菲律賓國際稻米研究所(International Rice Research Institute; IRRI)召開之稻熱病研討會中決議設置國際稻熱病圃(International Blast Nursery; IBN)，並由國際稻米研究所統籌決定參試品種，辦理稻種搜集、繁殖、分配及檢定方法和資料彙整等工作。初始參加檢定材料包含許多在菲律賓表現抗病之傳統品種，參試材料每兩年更換一次，若某品種兩年間在多數地區表現感病即被淘汰，另加入新的抗病品種。1975年由聯合國發展計畫(United Nations Development Programme; UNDP)支持成立國際稻米試驗計畫(International Rice Testing Program; IRTP)，並由國際稻米研究所統籌辦理，將國際稻熱病圃(IBN)更名爲國際稻稻熱病圃(International Rice Blast Nursery; IRBN)，一般仍簡稱爲國際稻熱病圃，並成爲國際稻米試驗計畫之一部份，從此大量的新育成品種及育種材料被加入病圃參與檢定[25]。國際稻米試驗計畫於1991年起改稱爲稻遺傳評估國際網(International Network for Genetic

1. 行政院農業委員會農業試驗所　研究報告第1988號。
2. 本所嘉義分所副研究員。台灣省　嘉義市。

Evaluation of Rice; INGER)。

國際稻熱病圃不僅爲世界各地稻作研究人員提供其新育成之稻品種及品系對稻熱病反應之訊息，並提供適當的遺傳種源供做抗病育種之抗源材料，並可藉由參試材料在各國之不同反應，探討稻熱病菌之遺傳變異性[25]。

嘉義農業試驗分所自1963年起即參與此項國際稻熱病圃檢定計畫，其後因稻種來源或經費問題常斷斷續續未有完整之資料可尋。本文僅就1977年至1994年間，歷年來國際稻熱病圃參試品種(系)在本省對稻熱病之檢定結果整理摘述如后，提供從事抗稻熱病育種等相關人士之參考。

材料與方法

一、試驗材料

參試之稻品種(系)爲世界主要產米國家和農業改良機關育成並由國際稻米研究所統籌繁殖提供，包括各國栽培之傳統品種及經雜交改良之現代品種與育種品系和系統等，自1977年至1994年間共檢定4,791個品種(系)，其中1982年因參試材料未寄達，而未參與檢定。

二、試驗方法

(一)稻熱病檢定病圃之設置

稻熱病檢定病圃，設置於嘉義市東郊歷年稻熱病發生嚴重之嘉義農業試驗分所試驗網室。依據試驗材料寄達之時間，選擇第一期作之3～4月(1987～1989,1991～1994年)或第二期作之9～10月(1977～1985年)或兩期作(1986及1990年)設置旱田式病圃進行檢定。試驗田採順序排列，條播，行長50公分，行距10公分，每品種(系)播種一行，每行播種5公克，每隔10行，播種兩行感病品種崑山五香粳或Lomello，並在其中間，夾播一行抗病對照品種台農62號或關東51號或台農70號，以資對照；周圍邊行全部播種崑山五香粳或Lomello做爲接種源。每公頃N、P_2O_5、K_2O三要素肥料施用量分別爲240、36及48公斤，整地時氮肥四分之一量及磷、鉀肥全量用做基肥與土壤混合均勻，剩餘氮肥分別在播種後15天、25天、35天做爲追肥平均施用。稻種發芽後，每天在葉面上噴水數次，以保持濕度，促進發病。

(二)稻熱病調查方法及標準

葉稻熱病發生之調查方法及抗病等級記錄標準參照國際稻熱病圃所訂標準實施[18]，約在播種後35天及45天以肉眼依照下列調查標準分0～9級記錄，並將其反應0～3級列爲抗級，4～6級爲中抗級，7～9級爲感級，其標準如下：

等級	標準	反應
0	無病斑。	
1	葉片上有針尖大小或較大之褐色斑點但無產孢中心。	
2	葉片上有小圓至微長形之壞疽灰色病斑，其直徑約1～2 mm，病斑具明顯褐色邊緣，大部份發生在下部葉片。	抗 (R)
3	葉片上病斑同前者，但在上部葉片有顯著數目的病斑。	
4	葉片上有典型之感病型稻熱病病斑，其直徑3mm或較長，感病型病斑占葉面積2%以下。	
5	葉片上典型之稻熱病病斑占葉面積之2～10%。	中抗
6	葉片上典型之稻熱病病斑占葉面積之11～25%。	(MR)
7	葉片上典型之稻熱病病斑占葉面積之26～50%。	
8	葉片上典型之稻熱病病斑占葉面積之51～75%，並有許多葉片枯死。	感
9	葉片面積75%以上被害。	(S)

病斑衹發生於葉節處致葉片由葉鞘上折倒者視爲第 4級，罹病級數如介於相鄰兩級之間者以較嚴重之等級記錄之。

(三)資料分析

試驗調查所得數據，利用SAS程式進行統計及相關性等之計算分析[16]。

結果與討論

一、國際稻品種(系)在台灣對稻熱病抵抗性之反應

一般稻熱病發生溫度爲16-35℃，最適溫度爲24-28℃[22]，在台灣稻熱病蔓延最適之條件爲溫度22-25℃，相對濕度在93%以上，但地域不同影響病勢進展之主要因子可能有異[7]。在台灣中部地區稻熱病流行之溫度爲21-24℃，相對濕度在90%以上[8]。嘉義分所病圃(以下簡稱嘉義病圃)歷年第一期作檢定期間三月份之最高溫度爲21.9-27.4℃，最低溫度爲14.0-17.8℃，平均溫度爲18.0-22.6℃；四月份最高溫度爲26.1-30.9℃，最低溫度爲17.5-21.1℃，平均溫度爲21.8-26.0℃。第二期作檢定期間九月份之最高溫度爲30.0-32.8℃，最低溫度爲22.7-24.5℃，平均溫度爲26.4-28.4℃；十月份最高溫度爲28.2-30.7℃，最低溫度爲18.6-22.7℃，平均溫度爲23.5-26.7℃。檢定病圃在參試材料播種發芽後每日定時噴水數次，病圃中相對濕度均維持在90%以上。由以上氣象資料觀之，嘉義病圃在稻熱病檢定期間之氣象條件均適宜稻熱病之發生，尤其是發病盛期之四月份及十月份之溫濕度更適宜稻熱病之蔓延。因此，雖然歷年來參加檢定之品種(系)與稻熱病發生程度各有不同，惟一般言之，嘉義病圃歷年發病情形均頗爲理想，平均罹病級數在1.86～3.43之間，其中以1983年、1988年、1990年(二期作)及1993年等四個年期之發病程度較嚴重，平均罹病級數均達3級以上，而以1977年之發病程度較輕微，平均罹病級數僅達1.86，其他年期之平均罹病級數多在2.01～2.95之間(表1)。

就嘉義病圃17年來19個期次之檢定結果與全世界病圃檢定結果比較，嘉義病圃以1988年第一期作之平均罹病級數爲3.34及1983年、1990年第二期作之平均罹病級數3.14及3.01級較爲嚴重，分別與各該年全世界病圃平均之3.12、3.32及3.30級相近，其他年期之罹病級數則顯較世界平均爲低。探究其原因，可能受歷年國際稻熱病圃參試材料中絕大多數爲秈稻，僅少數品種(系)爲稉稻之影響所致。台灣地區主要栽培品種百分之九十以上爲稉稻，而秈稻栽培面積不及百分之十，導致分布之稻熱病菌生理小種大多爲適應較低溫能侵襲稉稻之小種，而能爲害秈稻較耐高溫之生理小種頻度可能較低[15]。

若就不同期作間之反應觀之，在1986及1990年相同之參試材料曾分別在嘉義病圃第一期作及第二期作進行檢定，結果顯示在第二期作之罹病級數顯較第一期作爲高，尤其是1990年(表1)，顯示國際稻熱病圃參試材料在第二期作較易罹病，此可能係因大多數參試品種(系)爲秈稻，而在第二期作高溫下能侵害秈稻之稻熱病菌生理小種頻度可能較在低溫之第一期作爲高所致[6,14]。雖然第二期作之罹病程度較第一期作嚴重，但兩期作罹病級數間呈顯著之正相關(1986年爲0.75586**,1990年爲0.62616 **)，顯示參試品種(系)在兩期作間之發病趨勢頗爲一致。

由1977年至1994年參與檢定之材料分析，在供試之4,791個品種(系)中，國際稻米研究所育成之1,818個最多，其次依序爲印度之495個，韓國之431個，台灣之238個，日本之227個，印尼之224個，孟加拉之176個，菲律賓之161個，哥倫比亞之139個，其他國家參試之品種(系)均不及100個。在參試品種(系)中，日本、台灣、義大利及匈牙利之品種(系)以稉稻爲主，韓國爲秈、稉稻約各半，而其他國家則全是秈稻。各國育成之品種(系)對稻熱病之抵抗性反應分佈列如表2。在參試100個以上品種(系)之國家中以日本育成之品種(系)對稻熱病之抵抗性最弱，其平均罹病級數達5.52級，其次爲台灣之3.42級，印度之3.01級，印尼之3.0級，韓國之2.79級，菲律賓之2.4級，孟加拉之2.01級，哥倫比亞之1.91

級，而以國際稻米研究所育成之品種(系)對稻熱病之抵抗性最強僅1.84級。可見稉稻在台灣對稻熱病之抵抗性遠不及秈稻，其可能原因已如前述。

表 1. 1977年至1994年國際稻品種(系)在台灣對稻熱病之反應分佈

Table 1. Reaction distribution of international rice varieties and breeding lines to blast in Taiwan, 1977－1994

Year	Crop Season	No.of entries	Blast scores 0-3	4-6	7-9	Range	Mean Taiwan	World[z]
1977	2nd crop	461	417	27	17	1-9	1.86	2.80
1978	2nd crop	519	449	49	21	1-9	2.01	2.72
1979	2nd crop	346	293	30	23	1-9	2.45	3.19
1980	2nd crop	259	218	15	26	1-9	2.27	3.38
1981	2nd crop	254	206	30	18	1-9	2.61	3.31
1983	2nd crop	330	225	90	15	2-9	3.14	3.32
1984	2nd crop	321	245	68	8	2-9	2.60	3.78
1985	2nd crop	322	249	63	10	2-9	2.65	3.57
1986	1st crop	210	196	6	8	2-9	2.30	3.25
	2nd crop	189	165	19	5	2-9	2.50	
1987	1st crop	111	101	6	4	1-9	2.28	2.60
1988	1st crop	160	107	34	19	1-9	3.34	3.12
1989	1st crop	132	103	25	4	1-9	2.12	3.48
1990	1st crop	262	191	60	11	1-9	2.11	3.30
	2nd crop	262	134	116	12	1-9	3.01	
1991	1st crop	389	237	14	38	1-9	2.79	3.54
1992	1st crop	334	230	74	30	1-9	2.50	3.43
1993	1st crop	75	52	13	10	2-9	3.43	4.12
1994	1st crop	306	194	88	24	1-9	2.95	3.85
Total		4,791	3,713	792	286			
(%)			(77.5)	(16.5)	(6.0)			
Average							2.58	3.34

[z] Mean of blast scores at International Rice Blast Nurseries.

歷年參與國際稻熱病圃檢定之國家及處所屢有變動，就參與國家數而言，以1980年、1983年、1984年、1991年、1993年及1994年等六年之16國最少，而以1987年之25國最多；若就參試處數而言，以1977年之29處最少，而以1987年之51處最多。就參與檢定國家之地理分佈而言，包括位處東亞(East Asia)之中國(China)、日本(Japan)、韓國(Korea)及台灣(Taiwan)；東南亞(Southeast Asia)之波羅乃(Brunei)、緬甸(Burma或Myanmar)、印尼(Indonesia)、馬來西亞(Malaysia)、菲律賓(Philippines)、泰國(Thailand)、越南(Vietnam)；南亞(South Asia)之孟加拉(Bangladesh)、不丹(Bhutan)、印度(India)、尼泊爾(Nepal)、巴基斯坦(Pakistan)；西亞和北非(West Asia & North Africa)之埃及(Egypt)、伊朗(Iran)、土耳其(Turkey)；歐洲之義大利(Italy)；次撒哈拉非洲(Sub-Sahara Africa)之喀麥隆(Cameroon)、象牙海岸(Ivory Coast)、賴比瑞亞(Liberia)、奈及利亞(Nigeria)、盧安達(Ruanda)、薩伊(Zaire)、尚比亞

表 2. 世界各國育成之稻品種(系)在台灣對稻熱病反應之分佈

Table 2. Distribution of international rice varieties and breeding lines to blast in Taiwan, 1977－1994

Origin	No. of entries	Blast scores				
		0-3	4-6	7-9	Range	Mean
Africa	10	10	0	0	1-2	1.60
Argentina	46	28	9	9	1-9	3.80
Australia	1	0	0	1	9	9.00
Bangladesh	176	152	24	0	1-6	2.01
Bhutan	2	1	1	0	2-6	4.00
Bolivia	1	1	0	0	1	1.00
Brazil	64	59	5	0	1-6	1.48
Burkina Faso	10	10	0	0	1-2	1.80
Chad	1	1	0	0	1	1.00
China	62	38	15	9	1-9	3.31
CIAT	54	42	12	0	1-5	1.78
Columbia	139	133	6	0	1-6	1.91
Costa Rica	3	3	0	0	1-2	1.33
Cuba	10	7	3	0	2-6	2.80
Dominica Rep.	1	0	1	0	4	4.00
Ecuador	1	1	0	0	2	2.00
Egypt	30	15	6	9	1-9	4.10
France	4	1	0	3	1-9	7.00
Guatemala	1	1	0	0	2	2.00
Guyana	5	5	0	0	1-2	1.40
Haiti	1	1	0	0	1	1.00
Hungary	9	0	3	6	2-9	7.33
IITA	23	23	0	0	1-2	1.39
India	495	301	169	25	1-9	3.01
Indonesia	224	133	89	2	1-8	3.00
Iran	37	31	6	0	1-5	1.97
IRAT	19	17	2	0	1-4	1.42
IRRI	1,818	1,649	157	12	1-9	1.84
Italy	11	1	3	7	2-9	6.45
Ivory Coast	57	48	9	0	1-6	1.95
Japan	227	61	74	92	1-9	5.52
Korea	431	305	86	40	1-9	2.79
Laos	1	1	0	0	1	1.00
Liberia	4	3	1	0	1-4	2.50
Malawi	1	1	0	0	1	1.00
Malaysia	35	29	5	1	1-7	2.23
Mexico	3	1	0	2	1-8	5.33
Myanmar	7	5	2	0	1-4	2.43
Nepal	15	11	2	2	1-7	2.67
Nigeria	40	39	1	0	1-4	1.75
Pakistan	14	12	1	1	1-9	2.36
Papua New Guinea	2	2	0	0	1	1.00

(Continued Table 2)

Peru	2	2	0	0	1	1.00
Philippines	161	134	19	8	1-9	2.40
Senegal	5	5	0	0	1	1.00
Sierra Leone	1	1	0	0	1	1.00
Sri Lanka	70	61	9	0	1-6	1.90
Surinan	45	43	1	1	1-7	1.76
Taiwan	238	141	56	41	1-9	3.42
Tanzania	2	2	0	0	1	1.00
Thailand	51	46	5	0	1-6	1.92
Turkey	2	0	0	2	9	9.00
USA	48	29	7	12	1-9	4.00
USSR	1	0	0	1	8	8.00
Vietnam	64	63	1	0	1-4	1.52
WARDA	2	2	0	0	1	1.00
Zaire	3	2	1	0	1-4	2.33
Other	1	0	1	0	6	6.00
Total	4,791	3,713	792	286		

(Zambia)、桑吉巴(Zanzibar)；拉丁美洲(Latin America)之巴西(Brazil)、哥倫比亞(Colombia)、哥斯大黎加(Costa Rica)、古巴(Cuba)、多明尼加(Dominica Repubic)、厄瓜多爾(Ecuador)、瓜地馬拉(Guatemala)、蓋亞那(Guyana)、宏都拉斯(Honduras)、墨西哥(Mexico)、巴拿馬(Panama)、蘇利南(Surinan)；合計共有七個地區40個國家曾參與國際稻熱病圃檢定[17]。由於參試國家及處所甚多，而各地區之地理環境、氣候條件、栽培模式等殊異，其發病程度難以一一比較。

二、國際稻熱病圃表現優異之抗病品種(系)及其在台灣利用情況

自1977年至1994年，歷年國際稻熱病圃檢定結果，在世界各地病圃表現優異抗病性之稻品種(系)[17]列如表3，此等品種(系)若在世界各地歷經數年均能表現穩定抗病性，則似具有廣幅抗病性(broad spectrum resistance)[20]，即可供做優良抗源親本。由表列可見Ta-Poo-Cho-Z及Tetep兩個品種在參試18個年期中有11個年期表現優良之抗病性，其中Ta-Poo-Cho-Z(大浦菊子)爲原產中國大陸之在來品種，其除抗稻熱病外，亦具有耐紋枯病之特性，惜其稻稈細弱，容易倒伏，且其米質等農藝性狀亦欠佳，難於被利用[9]。Tetep原產越南，雖然其農藝性狀亦不佳，但有報導稱其具有廣幅垂直抗病性或穩定抗病性(broad spectrum vertical resistance or stable resistance)，並具有三對顯性抗病基因[22]；在本省亦有報告指出Tetep對ID-14及IG-2兩小種之抗病性各有兩對基因參與，對IE-2及IF-3兩小種則各有四對基因參與[1]；另有研究指稱其對IF-4小種之抵抗性係有兩對重複顯性基因控制，對IG-2小種則由單一顯性基因所支配，對II-1小種則有三對互補顯性基因參與[5]；在日本亦報告其亦具有Pi-k^{h}等三對或三對以上之抗病基因[13]；因此被國際稻米研究所及其他稻作改良機關廣泛採用做爲抗源親本，並先後育成許多抗病品系[22]。原產菲律賓之紅米品種Carreon在8個年期中表現優良抗病性，有研究指稱其對ID-14及IG-2兩小種之抵抗性似各有一對基因控制，對IE-2及IF-3兩小種似各有三對基因參與[1]，其亦曾被報導具有如Tetep之穩定抗病性[22]。在4個年期中表現優異的有BG367-4(原產斯里蘭卡)，Fukunishiki(福錦，產自日本)，IRAT144(來自象牙海岸)，IRI387及Milyang82(源自韓國)等5個品種(系)；其中Fukunishiki其抗源來自美國稻Zenith，被報導具有Pi-a及Pi-z兩對抗病基因[13]。另在3個年期中表現優良抗病性的有

Tadukan(源自菲律賓)，Tres Marias(來自巴西)，IR1416-128-5-8、IR1905-81-3-1、IR32429-47-3-2-2及IR37704-131-2-1-3-2(國際稻米研究所)等6個品種(系)；前兩者爲當地之傳統品種，其中Tadukan曾被報導具有Pi-ta、Pi-ta^{2}及Pi-k等三對或三對以上之抗病基因[13]；後4個IR品系爲經改良之半矮性品系，其中IR1416及IR1905抗性源自Tetep，而IR32429及IR37704之抗性源自Tetep及Tadukan。另在2個年期表現優異抗病性者有5287、CIAT-ICA5(原產哥倫比亞)，Huan-Sen-Goo(黃秈穀，源自中國大陸)，IRAT13、IRAT104(產自象牙海岸)，Suweon 300(來自韓國)，UPL RI-5(原產菲律賓)，IR1416-1-42-2-3-3、IR1905-PP11-29-4-61、IR3259-8-172-5、IR4547-4-1-2、IR5533-PP854-1、IR5931-113-1、IR9660-00948-1、IR17525-7-19-1-3-3-2、IR31899-30-1-1-3、IR34583-19-3-3及IR39326-146-3-1-3(國際稻米研究所)等18個品種(系)；其中CIAT-ICA5、Suweon 300、IR1416、IR1905、IR3259、IR5533、IR5931、IR34583及IR39326等品種(系)其抗源均來自Tetep，惟其抗性是否能如其抗親Tetep之穩定持久有待進一步之觀察。

前述具有優異抗病性之品種(系)，除了Fukunishiki爲稉型之日本稻品種外，其他均屬秈稻。由於A稻較缺乏穩定抗病性，因此稉稻抗稻熱病育種大多利用秈稻做爲抗源親本，將秈稻之抗病基因轉移至稉稻中，惟秈、稉稻雜交，除因雜交後代分離度大需時曠久外，尙有稔實率低、米質差及易脫粒等問題，因此一般係採用回交、複交或花藥培養等育種方法將秈稻之抗源基因導入稉稻，甚或先育成具有抗性之稉型中間親本，再進一步改良其他農藝性狀。

本省水稻抗稻熱病育種始自1950年代[23]，初始多採用NC4，PiNo.4及關東55等日本品種或本省在來種如荔枝紅等做爲抗病源，隨後陸續引進秈稻抗病品種CI5309、CI9416及JR80等做爲抗病親本，並先後育成嘉農242號、高雄135號、台中184號、台中186號、台南6號、台農62號、台東29號、高雄141號、台中189號、台農69號、台農70號、台南9號及高雄142號等抗病品種。但此等抗病品種常在推廣後1-3年內即逐漸失去抗性而淪爲感病[18]，究其原因，除病原菌之變異外，主要爲以往採用之抗病親本可能並未具有穩定之抗病性，且其抗病性大多來自少數同一抗源[4,6]，由於抗病性之遺傳背景相同，當此抗病基因失去抵抗性時，來源相同之抗病品種即有先後失去抗病性之可能[2,3]。有鑑於此，自民國71年起由台灣省農業試驗所與其他稻作改良場所合作進行“稉稻抗病抗蟲育種試驗”及後續之“持久性抗稻熱病稉稻品種合作選育計畫”，開始大規模有計畫的利用國際稻熱病圃檢定表現優異之品種(系)做爲抗病育種之抗源材料[11](表4)。尤以台灣省農業試驗所及嘉義農業試驗分所採用之材料較多且廣，其中IR1416-128-5-8廣被農試所、嘉義分所、桃園場及台南場等4個場所採用，另被3個場所採用者有Carreon、C46-15、Dular、IR42、IR3259-5-160-3、IR4547-2-1-2、IRAT13、Milyang23、PiNo.4、Ta-Poo-Cho-Z、Tetep、Toride 1及Zenith等13個品種(系)，而被2個場所採用者有Dawn、Fuji102、IR30、IR36、IR54、IR58、IR60、IR62、IR1905-81-3-1、IR3259-8-172-5、IR3259-PP5-160-1、IR4227-18-3-2、IR4547-5-3-6、IR13427-40-2-3-3-3、Kanto51、Suweon290及Tadukan等17個品種(系)。以上這些抗病材料亦曾被國際著名稻熱病專家歐世璜博士等推荐爲供做抗稻熱病育種之理想抗源親本[3,10]。

本省各稻作改良場所利用國際稻熱病圃材料做爲抗源親本，先後育成不少優良品系，歷年來各場所育成且曾參與區域試驗之優良品系列如表5[11]。表列15個品系中，其抗源來自Tetep者有台農育860號、台農育6696號、台農育50727號、台稉育8339號、台稉育4162號及台稉育4160號等6個品系，其中台農育6696號、台稉育4162號及台稉育4160號等3個品系尙具有美國稻Dawn之抗源。具有Fukunishiki(源自Zenith)抗源者有台稉育3732號及台稉育8842號；抗源來自Milyang79者有台稉育13556號及台稉育18030號；而台稉育5207號之稻熱病抗性源自C46-15；台稉育13212號來自IRAT13；台稉育14118號則源自Huan-Sen-Goo。此等優良品系中台稉育2370號於民國81年由台東區農業改良場提出登

表 3. 國際稻熱病圃表現優異之抗病品種(系)

Table 3. International Rice Blast Nursery entries rated resistant to blast at most test sites,1977－1994

Year	Countries (no.)	Test sites (no.)	Entries frequently rated resistant
1977	17	29	IR1416-1-42-2-3-3, IR1416-128-5-8, IR1905-81-3-1, IR3259-PP5-160-1, IR3259-PP11-186-4, IR3259-PP11-186-6, IR5533-56-1-12, IR5533-PP855-1, IR9660-50-3-1-1, IR9660-00948-1, IR9660-00951-1, Ta-Poo-Cho-Z, Tetep.
1978	21	46	IR1905-PP11-29-4-61, IR3259-5-160-3, IR3259-8-172-5, IR4547-2-1-2, I R4547-4-1-2, IR4547-5-3-6, IR4547-16-1-5, IR5533-PP854-1, IR9660-00948-1, IR9852-18-1.
1979	18	33	IR1416-128-5-8, Carreon, Tetep, 5458, 5470, 5720, 5721,5722.
1980	16	35	IR1416-1-42-2-3-3, IR1416-128-5-8, IR1905-81-3-1, IR4227-18-3-2, IR4547-4-1-2, IR4547-6-2-5, IR5533-PP850-1, IR5533-PP854-1, IR13149-19-1, Carreon, Ta-Poo-Cho-Z, Tetep, Tres Marias, C46-15,5287.
1981	20	39	IR1905-PP11-29-4-61, CamponiSML, CIAT-ICA5, Fukunishiki, Huan-Sen-Goo, IRAT104, Tetep.
1982	20	41	IR1905-81-3-1, IR2793-30-1, IR2793-80-1, IR3259-8-172-5, IR5533-PP856-1, IR15314-53-2-3-3, BG367-7, Cheolweon32, CIAT-ICA5, IRAT104, ITA231, P1377-1-15M-4-1M-1, Suweon300, Ta-Poo-Cho-Z, Tetep, Tres Marias, 16877, 18879.
1983	16	40	BG367-4, Carreon, Ram Tulasi, Suweon300, Ta-Poo-Cho-Z, Tetep, Zenith, 5287, 16868.
1984	16	45	IR17525-7-19-1-3-3-2, BG379-2, Carreon, Fukunishiki, IRAT144, IRAT146, ITA133, Ta-Poo-Cho-Z, TOX475-NIB1-NK1-LS3-B1.
1985	22	44	Huan-Sen-Goo, IRAT13, IRAT109, IRAT134, IRAT147, SR3044-78-3, Ta-Poo-Cho-Z, Tetep.
1986	22	39	IR17525-7-19-1-3-3-2, IR29506-60-3-3-2, IR29586-60-3-3-2, IR31892-100-3-3-3-3, IR32799-107-3-3-2, IR32843-92-2-2-3, IR34583-19-3-3, IR37704-131-2-1-3-2, IR39326-9-2-2-3, IR39326-146-3-1-3, IRAT144.
1987	25	51	IR34583-19-3-3, IR37704-131-2-1-3-2, IR39326-146-3-1-3, IR39422-163-1-3-2-2, IR39423-124-3-3-1, IR39423-125-1-2-2, Milyang82.
1988	19	39	IR5931-113-1, IR25587-133-3-2-2-2, IR28222-9-2-2-2-2, IR29506-60-3-3-2, IR31899-30-1-1-3, IR32429-47-3-2-2, IR32429-148-1-3-3, IR37704-131-2-1-3-2, BG367-4, B5592F-5-ST-31-11, Carreon, Milyang82, Milyang83, Ta-Poo-Cho-Z.
1989	17	45	IR31899-30-1-1-3, IR32429-47-3-2-2, IR37721-3-3-3-3-1, BG367-4, B5592F-5-ST-31-11, Carreon, C711327, IRAT132, IRAT144, IRI387,ITA212, Milyang82, Milyang95, Suweon351, Suweon357, Ta-Poo-Cho-Z, Tetep.
1990	19	49	IR5931-113-1, IR31785-58-1-2-3-3, IR31892-46-3-2, IR32429-47-3-2-2, IR47686-5-10-B, IR47686-9-1-B-1, IR47686-9-2-B, IR47686-15-1-1, Akiyutaka, B3906F-13-13-ST-37, Carreon, Ceysvoni SML, CT6196-24-9-1P-4-11P, CT6241-17-1-5-1, CT6510-19-2-1, CT6516-23-1-2, CT6516-23-2-7, C711327, IRAT257, IRAT258, IRAT264, IRAT265, IRAT267, IRAT270, IRAT271, IRAT309, IRAT312, IRI372, IRI386, IRI387, Molladiga(ACC.31674), P3299F4-7, P4728F2-25-3, P5166F2-25-2, P5589-1-1-3P-3-6P, Suweon375, Tadukan, Ta-Poo-Cho-Z, Tetep, TKY1014, TKY1024, TKY1712, TKY1724, Tres Marias, Unbong5, Unbong6, UPL RI-5.
1991	16	41	CT6515-18-7-3-8-1, CT6516-1-2-2, CT6516-23-10-1-2-2, Fukunishiki, IRAT13, IRAT318,IRI387, Suweon345, TKY1420, Unbong8.
1992	18	44	IR48725-B-B-11-2, IR57893-76, Hsia-Chioh-Keh-Tu(ACC.08240), IRI387, Plata, Ta-Poo-Cho-Z.
1993	16	39	IR64, IR28228-96-3-2-1-3, BG367-4, C101A51, Carreon, CICA8, Colombia1, Dinorado, Fukunishiki, IRAT144, IRAT246, Milyang82, Tadukan, Ta-Poo-Cho-Z, Tetep, UPL RI-5.
1994	16	45	IRAT300, MR106, Raminad Str.3, Tadukan, Ta-Poo-Cho-Z, Tetep, WHD-IS-75-1-127.

表 4. 1977至1994年被本省利用做爲抗病親本之國際稻熱病圃參試材料

Table 4. International Rice Blast Nursery entries utilized in hybridization programs in Taiwan, 1977－1994

Breeding station	Entries
Taiwan Agricultural Research Institute (TARI)	B3016B-TB-260-3-2-1-1-3, B3619C-TB-8-1-4, Caloro, Carreon, C46-15, Dawn, Fuji102,I R28, IR29,I R30, IR36, IR38, IR42, IR45, IR46, IR52, IR54, IR56, IR58, IR60, IR62, IR1416-128-5-8, IR1905-81-3-1, IR3259-5-160-3, IR3259-8-172-5, IR3259-PP5-160-1, IR4227-18-3-2, IR4547-2-1-2, IR4547-5-3-6, IR5533-PP855-1, IR9256-59, IR9729-67-3, IR9752-222-3-2-2, IR10025-16-2, IR13423-17-1-2-1, IR13427-40-2-3-3-3, IR28150-84-3-3-2, IR29723-143-3-2-1, IR35366-28-3-1-2-2, IRAT104, IRAT140, ITA173, ITA183, Kanto51, Milyang23, PiNo.4, Suweon290, Suweon293, Ta-Poo-Cho-Z, Tetep, Zenith.
Chiayi Agricultural Experiment Station (Chiayi AES)	BG367-4,BG379-2, C46-15, Carreon, Cheolweon43, CI5309, Colombia l, Dawn, Dular, Fuji102, Fukunishiki, Gz4120-205, Gz4196-36, Huan-Sen-Goo, IR20, IR26, IR30, IR36, IR42, IR54, IR58, IR60, R62, IR64, IR66, IR1416-128-5-8, IR1905-PP11-29-4-61, IR3259-5-160-3, IR4547-2-1-2, IR5533-PP854-1, IR9660-00948-1, IR13427-40-2-3-3-3, IR13437-20-4E-P1, IR13540-56-3-2-1, IR17525-7-19-1-3-3-2, IR25587-133-3-2-2-2, IR28154-101-3-2, IR31429-14-2-3, IR31805-20-1-3-3, IR32429-47-3-2-2, IR33059-26-2-2, IR35353-94-2-1-3, IR39357-71-1-1-2-2, IR41054-81-2-3-2, IR41985-111-3-2-2, IR46292-24-2-2-1-2, IR48120-49-5-3-2, IR50404-57-2-2-3, IRAT13, IRAT109, IRAT142, IRAT144, IRAT146, ITA133, Jinbu12, Kataktara DA2, Kanto51, Milyang23, Milyang79, Milyang82, Milyang107, PiNo.4, R56, R63, R102, RB8, Rikuto Norin Mochi 4, Suweon290, Suweon300, Suweon345, Suweon349, Suweon351, Suweon352, Suweon353, Suweon360, Suweon378, Tadukan, Ta-Poo-Cho-Z, Tetep, Toride 1, Unbong6, Unbong9,US2, US6, US12, Yeongdeog4, Yeongdeog6, Yeongdeog9, Zenith.
Taoyuan District Agricultural Improvement Station (Taoyuan DAIS)	C46-15, IR1416-128-5-8, IR3259-8-172-5, IR4547-5-3-6, IRAT13, Milyang23, Tetep, Toride 1.
Taichung District Agricultural Improvement Station (Taichung DAIS)	IR4227-18-3-2, Toride 1.
Tainan District Agricultural Improvement Station (Tainan DAIS)	IR1416-128-5-8, IR3259-5-160-3.
Kaohsiung District Agricultural Improvement Station (Kaohsiung DAIS)	IR3259-PP5-160-1, IR4547-2-1-2.
Taitung District Agricultural Improvement Station (Taitung DAIS)	IR42, Tadukan, Ta-Poo-Cho-Z.
Hualien District Agricultural Improvement Station (Hualien DAIS)	Carreon, Dular, IR1905-81-3-1, IRAT13, PiNo.4, Zenith.

表5. 台灣利用國際稻熱病圃材料做爲抗源親本育成之區域試驗品系

Table 5. The rice regional yield trial lines selected from the progenies using the International Rice Blast Nursery entries as resistant donors in Taiwan.

Breeding line	Years of regional yield trial	Cross	Resistant Donors	Breeding Station
Tainung yu 860	1985-1986	Tainung67^5/Tetep	Tetep	TARI
Tainung yu 6696	1986-1987	Hsinchu glu.4//F4(Tainung67^2/ Chianung yu 243)///Tainung yu 8814/Chianung yu 252/4/ Tainung 67^5/Tetep//Tainung 67^5/Dawn	Tetep Dawn	TARI
Tainung yu 50727	1987-1988	Taniung yu8005//F2(Tainung 67^4/Tetep)	Tetep	TARI
Taikeng yu 8339	1989-1990	Tainung67^5/IR3259-8-172-5	Tetep	TARI & Taoyuan DAIS
Taikeng yu 4162	1989-1990	Tainung w.yu 7/5/Tainung 67/4/ Tainung yu 8933/Chianung yu 252///Tainung 67^5/Dawn// Tainung 67^5/Tetep	Dawn Tetep	Chiayi AES & Kaohsiung DAIS
Taikeng yu 4160	1990-1991	Tainung w.yu 7/5/Tainung 67/4/ Tainung yu 8933/Chianung yu 252///Tainung 67^5/Dawn// Tainung 67^5/Tetep	Dawn Tetep	Chiayi AES & Kaohsiung DAIS
Taikeng yu 2370^Z	1990-1991	J692153/Fukunishiki//Taichung shih 254	Zenith	Chiayi AES & Taitung DAIS
Taikeng yu 3732	1991-1992	J712307/ Chianung yu 258/4/ Chianung yu 269///Chianung yu 260//Toride 1/Arborio	TKM 1	Chiayi AES & Kaohsiung DAIS
Taikeng yu 5207^Y	1992-1993	Tainung67/C46-15// Tainung67^5	C46-15	TARI & Taitung DAIS
Taikeng yu 4382	1993-1994	Tainung70//Chianung yu 252/ IR13427-40-2-3-3-3/// Tainung67//J701115/Zenith	Tadukan Zenith	Chiayi AES & Taoyuan DAIS
Taikeng yu 8842	1993-1994	Toride 1/Taichung tsao yu 301	TKM 1	Chiayi AES & Taitung DAIS
Taikeng yu 13212	1994-1995	Tainung70^2/IRAT13//Tainung 70^2	IRAT13	Chiayi AES & Taitung DAIS
Taikeng yu 13556	1994-1995	Tainung70/Milyang79//Tainung70	Milyang 79	Chiayi AES & Hualian DAIS
Taikeng yu 14118	1995-1996	Tainung70/Huan-Sen-Goo// Tainung70^4	Huan-Sen-Goo	Chiayi AES & Tainan DAIS
Taikeng yu 18030^X	1996-1997	Tainung70/Milyang79//Tainung 70^2	Milyang 79	Chiayi AES & Tainan DAIS

Z Taikeng yu 2370 released as Taikeng 7 in 1992.
Y Taikeng yu 5207 released as Taikeng 13 in 1995.
X Taikeng yu 18030 released as Taikeng 17 in 1998.

記命名爲台稉7號，而台稉育5207號於民國84年亦由台東場提出登記命名爲台稉13號，此兩品種雖各別具有Zenith及C46-15之抗源，但分別在推廣後第3年(民國83年及86年)即失去抗病性[11]。究其原因，兩者雖各擁有在國際稻熱病圃表現優異抗性之抗源，但由於兩品種僅各具單一抗源，可能由於稻熱病原菌之變異或在雜交選育過程中遺失部份抗性基因等所致。有報導指出以Sensho或Tetep做爲抗源，由其雜交後代選出之品種(系)，其抗性均不如其抗病親本[22]。87年第二期作由台南區農業改良場提出登記命名之抗病品系台稉育18030號(台稉17號)，其抗病性能否持久，尚有待繼續觀察。因此若欲選育具有持久抗病性之稉稻新品種，似應以複交並配合花藥培養或基因轉殖等現代生物技術以累積不同抗源基因，並在選育過程中積極參與國際稻熱病圃在世界各地之篩檢，才能期盼選出眞正具有廣幅抗病品種。

誌　謝

本試驗承行政院農業委員會補助部份經費，文稿蒙本所嘉義分所分所長程永雄博士及植保系主任鄭清煥博士斧正，謹致謝忱。

引用文獻

1. 卜瑞雄、黃眞生。1983。水稻台農67號對稻熱病抵抗性改良之研究。中華農業研究32:201-208。
2. 張萬來。1982。台灣稻熱病育種工作之檢討與展望。科學農業30(3、4):189-196。
3. 陳隆澤。1983。水稻品種(系)對稻熱病抵抗性反應之研究。中華農業研究32(1):1-13。
4. 陳隆澤。1986。台灣主要抗稻熱病稉稻品種之系譜。科學農業34(5、6):142-146。
5. 陳隆澤。1986。水稻抗稻熱病之遺傳分析。國立台灣大學農藝學研究所碩士論文。
6. 陳隆澤。1990。水稻品種(系)對稻熱病之抵抗性反應。中華農業研究39(4):303-314。
7. 黃益田、游俊明、詹雲峰、黃提源。1979。稻熱病流行學之研究II.葉稻熱病發生預測程式之探索。新竹區農業改良場報告第37號1-31頁。
8. 簡錦忠、蔡武雄、楊涌祚、劉清。1984。台灣中部地區稻熱病流行學之研究。中華農業研究33(2)：169-180。
9. 鄧耀宗、許東暉。1979。水稻抗紋枯病之研究 1.抗紋枯病之稻品種及其特性。中華農業研究28(3):145-150。
10. 歐世璜、簡錦忠、曾東海。1983。抗稻熱病育種的新抗源。植保會刊25:115-125。
11. 臺灣省政府農林廳編印。1978-1995。稻作改良年報(民國66年至民國83年)。
12. 清澤茂久。1974。イネのいもち病抵抗性遺傳、育種學的研究。農業技術研究所資料D第1號。58頁。
13. 山崎義人、高阪淖爾編著。1980。イネのいもち病と抵抗性育種。175-340頁。博友社發行。
14. Chang,W,L., L.C.Chen, and S.C.Yang. 1977. Seasonal variation of rice reactions to blast in Taiwan. IRRN 2(4):5-6.
15. Chang,W,L., L.C.Chen, and S.C.Yang. 1980. Reaction of rice varieties and selections to blast in uniform blast nurseries. Pro. Natl. Sci. Counc.4:195-200.
16. Gomez,K.A.,A.A.Gomez. 1976. Statistical procedures for agricultural research with emphasis on rice. pp.121-157.
17. IRRI. 1978-1995. Final reports of the seventh－twenty-third International Rice Blast Nursery.
18. IRRI. 1988. Standard evaluation system for rice. 54PP.
19. Khush, G.S. 1977. Diseases and insect resistance in rice. Advance in Agronomy 29:265-341.
20. Ou, S.H. 1979. Breeding rice for resistance to blast - a critical reviews. PP.81-137. In Proceedings of the Rice Blast Workshop. IRRI.
21. Ou, S.H. 1980. A look at world rice blast disease control. Plant disease 64:439-445.
22. Ou, S.H. 1985. Rice diseases. 2nd ed. Commonwealth Mycological Institute, Kew, England. 380PP.
23. Ou, S.H. and K.M.Lin. 1958. Preliminary report on rice breeding for blast disease resistance in Taiwan. J.Agr. Assoc. China. N.S.21:50-58.
24. Rossman, A.Y., R.Howard, and B. Valent. 1990. *Pyricularia grisea*, the correct name for the rice blast disease fungus. Mycologia 82:509-512.
25. Seshu, D.V., T.S.Kwak, and D.J.Mackill. 1986. Global evaluation of rice varietal reactions to blast disease. In Progress in Upland Rice Research. IRRI. PP.335-351.

Reaction of International Rice Varieties and Breeding Lines to Blast and Its Utilization in Taiwan[1]

Lung - Che Chen[2]

Summary

A total of 4,791 rice varieties and breeding lines from 58 countries and agricultural improvement stations were tested for their reaction to blast disease at Chiayi AES International Rice Blast Nursery during the period from 1977 to 1994. The incidence of blast disease varied with seasons and years. In general, Indica rices were more resistant to the disease than Japonicas. Blast disease incidence recorded in the first crop was observed to be closely related to that recorded in the second crop though the degree of incidence in the second crop was more severe than that in the first crop. Some entries such as Tetep and others selected from the International Rice Blast Nursery which showed stable resistance to blast have widely used as important sources of resistance in breeding programs and given great contribution to rice breeding for blast resistance in Taiwan.

Key words: Rice, Blast, International Rice Blast Nursery, Reaction.

---

1. Contribution No. 1988 from Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture.

2. Rice Breeder , Department of Agronomy, Chiayi Agricultural Experiment Station, TARI. Chiayi, Taiwan ROC.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 48(3): 24～31 (1999)

台南白玉米自交系對亞洲玉米螟抗性之遺傳變異及其遺傳行為[1]

謝光照[2] 陳炳輝[3] 何千里[2] 盧煌勝[2]

摘要：由八個不同地區蒐集之台南白玉米族群，經自交分離至S_2及S_5世代自交系，經由田間人工接種檢定結果，顯示所分離的自交系間，不論在輪生期或開花期對亞洲玉米螟（*Ostrinia furnacalis*）之抗性具有明顯之遺傳變異存在，在大量自交系統中可獲得輪生期及開花期皆具有抗性之自交系。抗亞洲玉米螟之Hayman遺傳分析，發現台南白玉米帶有之抗性基因，不論輪生期或開花期其抗螟性均受累加性及非累加性基因共同控制，以累加性作用佔較大比例。一般具有較多隱性基因者抗螟性較強，輪生期至少受2群基因所控制，而開花期則至少受3群基因控制其抗性之表現。

關鍵詞：台南白玉米、亞洲玉米螟、抗螟性、遺傳變異。

前　　言

目前為害本省玉米最嚴重之害蟲為亞洲玉米螟（*Ostrinia furnacalis*）[1,3]。在本省一年內可發生7-8代，其幼蟲在1-2齡時以嚙食玉米輪生葉之葉肉為主，至玉米抽穗期時則取食雄穗內之花粉，幼蟲發育至第3-4齡開始轉而嚙食玉米葉領及葉鞘，約第5齡時鑽入玉米莖稈內為害；雌穗抽出後，甚至蛀食果穗部之籽粒及穗軸，嚴重影響玉米產量及品質[8]。

曾[4]及Ostrander and Coors[12]指出玉米幼苗葉部組織較成株具有較高含量的 DIMBOA，且其含量的高低對亞洲玉米螟之抗性有密切關係，同時品系間抗性的強弱與其所含之 DIMBOA 之含量有關，郭[6]測知飼料玉米在輪生期抗亞洲玉米螟之抗性基因，大部分為累加性基因作用，亦有顯性作用及小部分之母系效應存在。抗螟基因為部份顯性，抗性較強之自交系，其顯性基因數較多。

本省農民對玉米螟之防治，大部分以農藥為主，少部分則採用生物防治[2]以及綜合防治法[5]來控制玉米螟之為害。台南白為本省重要的鮮食用白玉米，栽培範圍遍布全省。栽培面積粗估在5-6仟公頃左右，一般在乳熟期即採收來水煮或碳烤當鮮食用，若農民所用藥劑之種類、劑量及施藥時期不當，極易產生農藥殘毒，致消費者不敢放心購買，影響其市場銷售甚大。欲解決此問題，唯有瞭解其抗蟲機制及其抗性基因之遺傳行為，從而育成抗螟性較佳之玉米品種實為最理想之方法。

本研究之目的在瞭解本省已栽培久遠之台南白玉米族群所分離育成之自交系，其對亞洲玉米螟抗

1. 行政院農業委員會農業試驗所　研究報告第1989號。
2. 本所農藝系副研究員、助理研究員及研究員。台灣省　台中縣　霧峰鄉。
3. 本所技術服務室研究員兼主任。台灣省　台中縣　霧峰鄉 。

性是否有遺傳變異存在，進而分析其抗性之遺傳行爲，以作爲本省鮮食用白玉米育種之參考。

材料與方法

由台灣不同地區（台中、彰化、雲林、台南、屏東、台東、花蓮、桃園）所蒐集之台南白玉米族群，在農試所經自交分離所得之159 S_2及278 S_5 自交系，與7個S_5世代自交系（表1）[9]全互交所組合而成之F_1爲材料。159 S_2及278 S_5自交系統分別於1993及1996秋作，採順序排列，在田間以人工接種幼蟲方式進行輪生期及開花期抗螟性之調查。每個自交系統各種20株，每株接種幼蟲數約10隻，輪生期於第一次接種後二星期調查所有植株葉片蟲孔密度，輪生期之抗性分極抗(1)、抗(2)、中抗(3)、感(4)及極感(5)等五級；另於開花期再接種第二次，同樣每株接種幼蟲數約10隻，於接種後15天調查所有植株受害情形，其受害程度則依莖稈內食痕的長度，分爲五級，分別爲極抗：1級（＜5cm）、抗：2級(6-10cm)、中抗：3級(11-30cm)、感：4級(31-41cm)及極感：5級(＞40cm)。S_2及S_5自交系之數據進行頻度分析。另由S_5自交系中選七個不同抗性等級之自交系，進行全互交雜交種子之生產，所獲得的組合計有49個，於1997秋作經田間人工接種幼虫檢定，其接種及調查方法與自交系檢定相同，檢定之結果以Hayman[10,11]之全互交分析法，進行遺傳介量與基因效應之分析，各遺傳參數所代表意義如下：a(累加性作用)顯著，表示親本間有極大之遺傳變異。b(顯性效果)顯著，表示各雜交組合間有明顯之顯性效果。b_1 (平均顯性效果)顯著，表示平均顯性效果對上述顯性效果有明顯影響。 b_2顯著，表示由親本遺傳因子頻度(genetic frequency)不相等所造成的效應對顯性效果有顯著影響。 b_3顯著，表示由特殊組合力(specific combining ability)所造成之效應對顯性效果有明顯影響。D爲基因之累加性作用(additive effect of gene)。H_1爲基因之顯性作用。H_2爲組合的顯性作用。$D-H_1$，正值表示性狀之因子作用累加性效果大於顯性效果；負值表示顯性效果大於累加性效果。E（環境作用）顯著，表示性狀易受環境之影響。$(H_1/D)^{1/2}$（平均顯性程度），大於1.3表示超顯性；介於0.76～1.3爲顯性；介於0.26～0.75爲不完全顯性；小於0.25，無顯性。$H_2/4H_1$，表示親本正負效應基因之比值，偏離0.25即表示其顯性作用大部分是正負效應基因頻度分布不均所造成；K_d/K_r（顯隱性基因之比值），等於1，表示顯隱性基因數目大約相等；大於1，表示顯性基因數目多於隱性基因數目；小於1，表示隱性基因較多。h^2/H_2值，表示控制該性狀之顯性基因群數。親本間Wr＋Vr值之大小，表示親本間之顯性順序。Y表示親本之外表型觀測值，而Y_r與W_r+V_r之相關係數(r)，顯著負值表示顯性基因爲增量基因；顯著正值表示顯性基因爲減量基因；不顯著表示其顯性無一定作用方向。W_r/V_r之迴歸線交於W_r軸原點以上，，表示控制該性狀之基因爲不完全顯性；交於W_r軸原點上，表示爲完全顯性基因控制；交於W_r軸原點下方，表示爲超顯性之作用。

表1.台南白抗亞洲玉米螟遺傳分析親本之代號、系譜、粒型及來源族群

Table 1. The code, pedigree, kernel type and original population of TNW inbred lines for Asian corn borer resistance in genetic analysis

Code	Pedigree	Kernel type	Original population
A	80TNW-7	Dent	Taichung
B	81TNW 6-3-1-1-1	Flint	Tainan
C	81TNW 34-1-2-1-2	Dent	Yunlin
E	81TNW 197-1-1-2-1	Flint	Taitung
F	81TNW 103-1-2-2-1	Flint	Changhua
G	81TNW 208-1-3-3-1	Dent	Pingtung
H	81TNW 219-2-1-1-2	Flint	Hualien

結果與討論

在台中農試所進行自交分離，所獲得159 S_2世代之系統，於1993年秋作在田間進行人工接種檢定，結果顯示輪生期具中抗(MR)以上的系統，佔有52.5%左右；而開花期具有中抗(MR)以上抗性者約有86.4%，充分顯示在S_2世代之系統中存有對亞洲玉米螟之抗蟲基因，因此利用此材料繼續進行自交系之分離。在S_3-S_4世代並未對亞洲玉米螟進行抗性檢定，待分離至S_5世代時，於1996年秋作再進行人工接種檢定，檢定結果（表2），發現在278個S_5系統中，於輪生期具有高抗者佔8.6%，抗者佔39.2%，中抗者佔36.3%，亦即具有中抗(MR)以上者約佔84.1%；而開花期檢定，亦發現具有高抗者佔3.2%，抗者佔13.5%，中抗者佔44.2%，合計具有中抗以上者約佔60.6%左右。由S_5世代檢定之結果，發現台南白玉米自交系其開花與輪生期之抗性沒有顯著之相關存在，此結果與郭等[7]飼料玉米自交系之檢定無顯著相關之結論相符。顯然，台南白輪生期與開花期之抗性，係由不同的遺傳基因系統所控制。而本試驗在278個S_5世代之自交系中，發現有30個其對亞洲玉米螟之抗性，不論在輪生期或開花期皆具有抗性(R)以上之等級，亦即在大量的S5自交系統中，可獲得輪生期與開花期皆具有抗性之自交系統。

表2. 八個不同地區之台南白玉米族群自交分離系統之抗亞洲玉米螟性等級之分布
Table 2. The distributuon of resistance to Asian corn borer of inbred lines derived from eight TNW maize populations

Generations	Resistance level				
	HR (1)	R (2)	MR (3)	S (4)	HS (5)
S_2	Whorl stage				
	0	1.7	50.8	47.4	0
	Silking stage				
	6.8	18.6	61.0	11.9	1.7
S_5	Whorl stage				
	8.6	39.2	36.3	13.3	2.5
	Silking stage				
	3.2	13.5	44.2	22.3	16.7

輪生期對亞洲玉米螟抗性之變方分析，列於表3，由表中可看出組合基因型間（combination）、親本間之累加性作用(a)、雜交組合間之顯性效果(b)、平均顯性效果(b_1)、由特殊組合力所造成之顯性效果(b_3)均達極顯著差異；而遺傳成分分析結果，亦顯示基因的累加性作用(D)、基因的顯性作用(H_1)、親本間的顯性作用(H_2)、組合的平均顯性效果(h^2)、環境效應(E)及累加性之效果大於顯性效果(D-H_1)均達極顯著（表4），而$(H_1/D)^{1/2}$小於0.75表示爲部分顯性、親本正負效應基因之比値相等($H_2/4H_1$=0.25)，隱性基因數目大於顯性基因數目(Kd/Kr=0.888)。h^2/H_2値=1.726，表示輪生期抗亞洲玉米螟之抗性至少受2群基因所控制，其狹義的遺傳率爲0.751，Y_r與W_r+V_r之相關係數未達顯著水準。進一步由W_r+V_r迴歸圖（圖-1），可看出迴歸線交於Wr軸原點以上，顯示影響輪生期抗性之表現爲不完全顯性，而具有較多隱性基因數者，一般其抗螟性較強，所分析的親本中以H具有最強之抗螟性，而B、C、E、F、G等五個親本則具有中等之抗性，親本A則最爲感蟲。

表 3. 台南白玉米族群對亞洲玉米螟抗性遺傳分析之均方值

Table 3. Mean square of the analysis of variance for resistancc to Asian corn borer from diallel cross analysis in TNW maize populations

Variation	Df	Whorl stage	Silking stage
Block	2	0.311*	1.612*
Combination	48	1.017**	1.227**
a	6	6.385**	2.408**
b	21	0.493**	1.983**
b_1	1	2.857**	17.153**
b_2	6	0.081	1.039*
b_3	14	0.501**	1.305**
c	6	0.008	0.190
d	15	0.008	0.112
Error	96	0.098	0.403

*,** Significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.

表 4. 台南白玉米族群對亞洲玉米螟抗性之遺傳變方成分

Table 4. Estimated values of genetic variance components in diallel cross analysis of TNW population resistance to Asian corn borer

Genetic parameter	Whorl stage	Silking stage
D	0.021**	0.095**
H_1	0.051**	0.028**
H_2	0.045**	0.021**
h^2	0.030**	0.135**
F	0.051	0.227
E	0.007**	0.033**
$D-H_1$	0.044**	0.198**
$(H_1/D)^{1/2}$	0.676	2.135
$H_2/4H_1$	0.250	0.219
Kd/Kr	0.888	1.485
h^2/H_2	1.726	2.633
Narrow-sense heritability	0.751	0.189
r〔(Wr+Vr)/Yr〕	-0.464	-0.839*

*,** Significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.

開花期對亞洲玉米螟抗性之變方分析（表3），顯示組合基因型間（combination）、親本間之累加性作用(a)、雜交組合間之顯性效果(b)、平均顯性效果(b_1)、由特殊組合力所造成之顯性效果(b_3)均達極顯著；而由遺傳因子頻度不均等(b_2)所造成之顯性效果則呈現顯著。進一步由遺傳變方成分分析（表4），顯示基因的累加性作用(D)、基因的顯性作用(H_1)、親本間的顯性作用(H_2)、組合的平均顯性效果(h_2)、環境效應(E)及累加性之效果大於顯性效果($D-H_1$)均達極顯著。而其$(H_1/D)^{1/2}$大於1.25，表示爲超

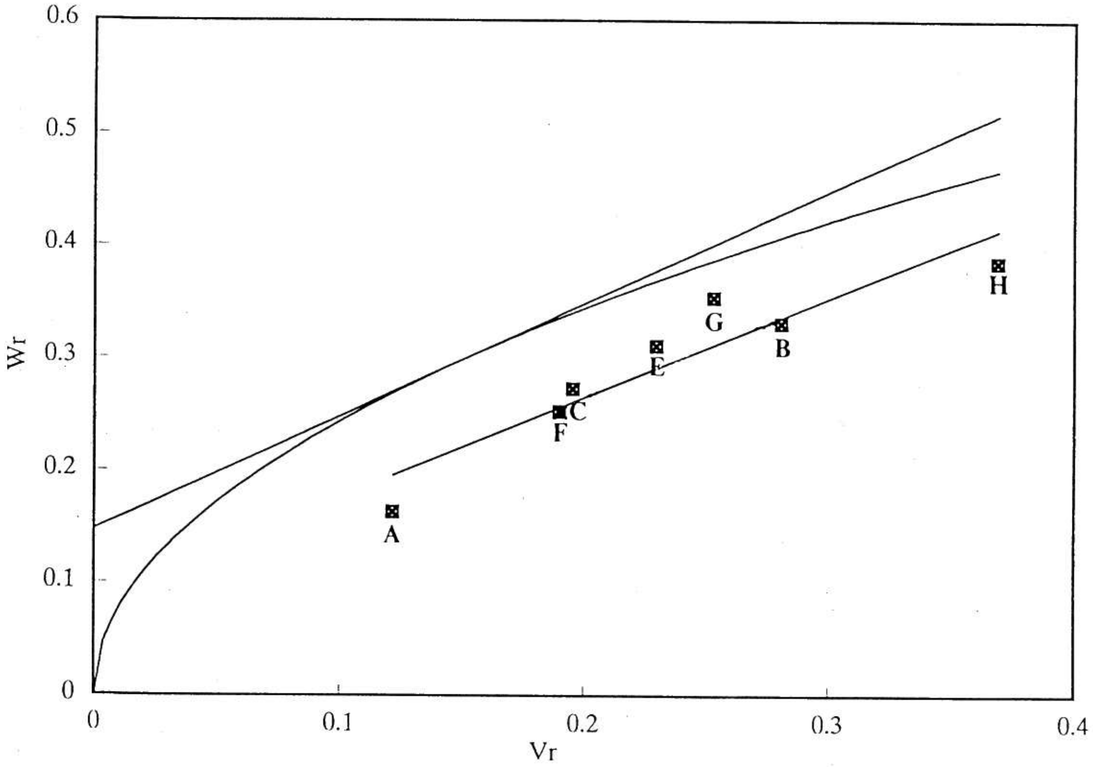

圖1.台南白玉米輪生期對亞洲玉米螟抗性之Wr／Vr迴歸圖。

Fig. 1. Wr／Vr graphs for resistance to Asian corn borer of TNW inbred lines in whorl stage.

顯性。親本正負效應基因之比値(0.219)偏離0.25，表示正負作用之基因分布不均，同時呈現顯性基因(K_d/K_r=1.485)數目多於隱性基因數目。開花期之抗螟性至少受3群基因(h^2/H_2=2.633)控制其抗性之變異，狹義的遺傳率極低(0.189)。其Yr與Wr＋Vr之相關係數(r=0.839*)顯著，表示顯性基因爲增量基因，亦即顯性基因數目越多其對亞洲玉米螟之抗性越弱。另由Wr＋Vr之迴歸圖(圖2)，則可清楚的看出迴歸線交於Wr軸原點以下，親本A及F具有較多之顯性基因數，故其呈現抗螟性較弱，親本B、C介於中間，而親本自交系E、G及H等三個則具有較多之隱性基因數，故在開花期具有較強之螟蟲抗性。

綜合上述之結果，可看出台南白玉米在輪生期及開花期對亞洲玉米螟之抗性，係受累加性與非累加性基因共同控制，但以累加性較爲重要。輪生期之抗螟性至少受2群基因所控制，隱性基因爲增強抗性之基因，而部分顯性基因較多者一般較易感蟲，輪生期親本自交系H帶有較多之隱性基因，故呈現較強之抗性。開花期之抗性則至少受3群基因所控制，隱性基因爲增加抗性之基因，，而超顯性基因則爲減弱抗性之基因，親本E、G、H三個自交系在開花期呈現有較多之隱性基因，故呈現具有較強之抗性。

以飼料玉米爲材料進行輪生期對亞洲玉米螟抗性之遺傳分析結果[6]，認爲抗螟基因爲部分顯性，抗性愈強之自交系其顯性基因愈多，其有效基因群至少有2-3群，而本研究之結果與之略有不同，可能係由於台南白玉米族群所具有之抗性基因與飼料玉米自交系之抗性基因不同所致。因此對台南白抗亞

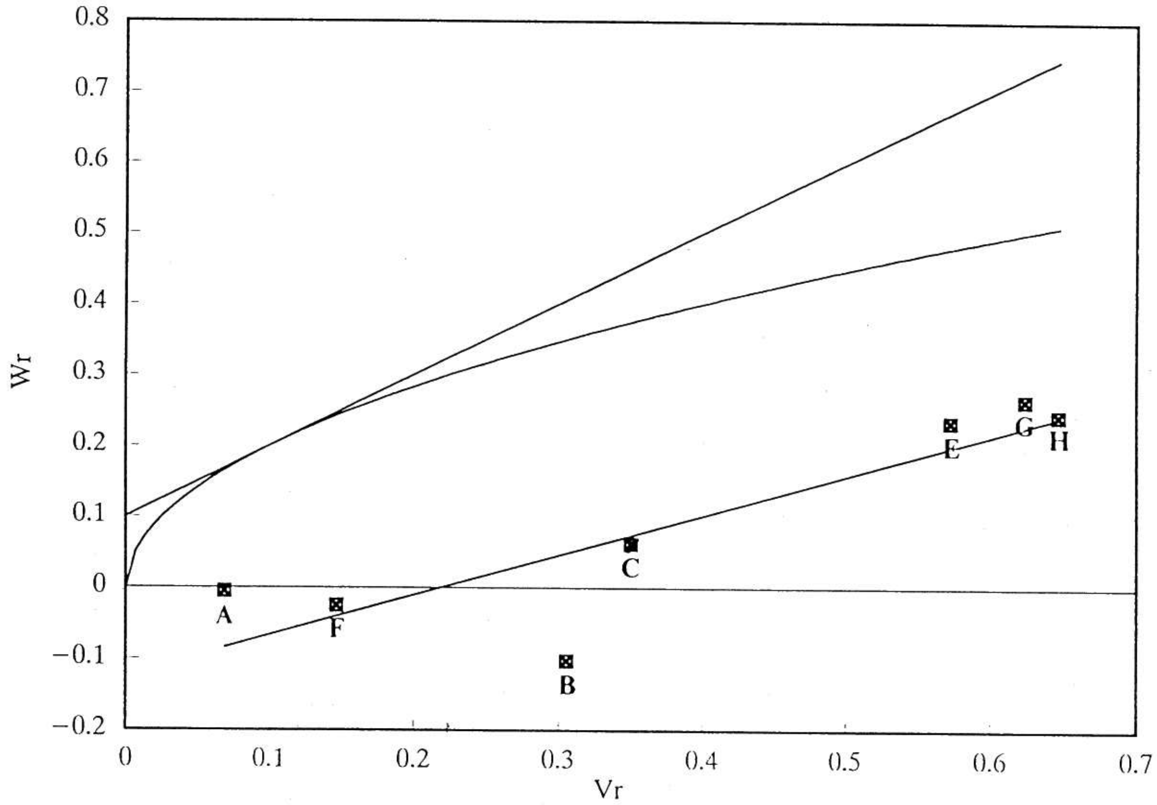

圖 2. 台南白玉米開花期對亞洲玉米螟抗性之Wr／Vr迴歸圖。

Fig. 2. Wr／Vr graphs for resistance to Asian corn borer of TNW inbred lines in silking stage.

州玉米螟之育種，長期宜以輪迴選種法來增加族群內抗性之隱性基因數，方有利於育成輪生期及開花期均具有抗性之自交系統[13]，進而育成F_1單雜交種推廣予農民栽培。

引用文獻

1. 邱瑞珍、錢景秦。1985。玉米螟之生物防治。植物保護學會會刊 27:299-316.
2. 邱瑞珍、陳健忠。1986。台灣亞洲玉米螟之生物防治。植物保護學會會刊 28:23-30。
3. 洪淑彬、朱耀沂、林美容。1988。台灣玉米螟之分類地位。中華昆蟲 8:65-71。
4. 曾清田。1996。。不同生育期玉米葉部組織 DIMBOA 含量與對亞洲玉米螟之抗性關係。台南區農業改良場彙報 33:67-81。
5. 曾清田。吳炎融。1990。超甜玉米螟蟲綜合防治。植物保護學會會刊 32:177-182。
6. 郭能成。1989。玉米抗亞洲玉米螟之機制及遺傳。台大農學院研究報告 29(2):187-190。
7. 郭能成、陳成、曾清田。1991。開花期玉米對亞洲玉米螟*Ostrinia furnacalis*(Guen'ee) 之抗蟲性檢定、比較與穩定性分析。台大農學院研究報告 31(1):98-107。
8. 顏福成。1984。玉米螟之田間生態。稻田轉作玉米害蟲防治研習會論文摘要：第9頁。
9. 謝光照、曾富生。1998。台南白玉米族群自交系之育成與評估。中華農業研究47(4)：327-337。
10. Hayman,B.I. 1954a. The analysis of variance of diallel table. Biometrics 10:235-244.

11. Hayman,B.I. 1954b. The theory and analysis of diallel crosses. Genetics 39:789-809.
12. Ostrander,B.M., and J.G.Coors. 1997. Relationship between plant composition and European corn borer resistance in three maize populations. Crop Sci. 37:1741-1745.
13. Russell,W.A., W.D.Guthrie, and R.L.Grindeland. 1974. Breeding for resistance in maize to first and second broods of the European corn Borer. Crop Sci. 14:725-727.

Genetic Variation and Inheritance of Tainan-White Maize Inbred Lines Resistance to the Asian Corn Borer (*Ostrinia furnacalis*)[1]

Guang-Jauh Shieh[2], Bing-Huei Chen[3], Chan-Lee Ho[2] and Hung-Shung Lu[2]

Summary

The S_2 and S_5 inbred lines derived from eight Tainan-white (TNW) maize populations collected from eight differential areas were evaluated for resistance to Asian corn borer (*Ostrinia furnacalis*), at Wufeng, Taichung. Artificial infestation of the larve on plant was used in whorl and silking stages of plant development, respectively. The result indicated that the TNW inbred lines with larger genetic variation for Asian corn borer feeding damage in the whorl and silking stages of plant development can be selected for higher resistance.

In the diallel cross using Haymans method for analysis, the result indicated that the variations attributed to additive gene amd non-additive gene were highly significantly for Asian corn borer resistanec in whorl stage and silking stage. The additive genetic variance was larger than the non-additive genetic variance. The resistance to Asian corn borer was controlled by 2 and 3 groups of gene in whorl and silking stage of plant development, respectively. The recessive gene might be the one attributing resistance to Asian corn borer because the inbred lines with higher level of resistance have more recessive genes.

Key words: Tainan-white maize, Asian corn borer, Resistance, Genetic variation.

---

1. Contribution No. 1989 From Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture.

2. Respectively, Associate Agronomist, Assistant Agronomist and Senior Agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

3. Senior Entomologist, Office of Technical Service, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 48(3): 32～46 (1999)

不同種植期對水芋乾物質與氮素累積性狀之影響[1]

陳烈夫[2] 呂椿棠[3] 魏夢麗[3] 呂秀英[3]

摘要：爲瞭解水田檳榔心芋的田間產量表現，本試驗於1995及1996年分別於1、5及9月種植水芋，調查植株各部位在生育全期的乾物質與氮素累積量及累積速率的變化差異，以探討不同種植期對乾物質與氮素累積性狀之影響，並推知水芋葉片葉柄累積光合產物之最主要時期。由於不同種植期間環境氣候的變化不同，明顯造成水芋植株乾物質生產及氮素同化分配的不同。移植後第3～5個月間爲水芋植株地上部器官累積乾物質與氮素的重要時期，由於1月種植期在此期間的溫度及日射量較高，故地上部葉片及葉柄的乾物質與氮素累積速率最快，能累積最高的乾物質與氮素量，以因應之後球莖膨大充實所需，致使成熟期可獲致最高的球莖產量。9月種植期則因爲地上部生長旺盛期間逢低溫及低日射量，乾物質與氮素累積速率甚爲緩慢，氮素供源嚴重不足，而且在進入球莖快速膨大期以後地上部乾物重及氮素含量仍持續上升，表示在球莖快速膨大期葉片及葉柄仍然也還是氮素積儲器官，故導致成熟期之產量降低。5月種植期乾物質與氮素累積的生長特性，與1月種植期的表現頗爲相似，惟地上部生長旺盛期之累積速率較低，故成熟期之球莖產量較1月種植期爲低。但是，種植期不會影響水芋地上部生長旺盛期地上部氮素與乾物質的相對累積效率。水芋地上部營養器官分配至葉片及葉柄的乾物質分配比例與氮素累積分配比例，亦不因種植期及生長階段而異，水芋植株地上部營養器官的乾物質量約有三分之一分配於葉片，三分之二分配於葉柄，而氮素累積分配比例大致上都是以約十分之六分配於葉片，而十分之四分配於葉柄，此顯示氮素含量有優先集中於葉片的趨勢，與乾物質的表現不相同。

關鍵詞：芋、種植期、乾物質累積、氮素累積、地上部生長旺盛期。

前　言

芋屬天南星科(Araceae)多年生宿根性球莖植物，學名 *Colocasia esculenta* (L.) Schott，自古爲熱帶地區居民之主要糧食，並爲本省古老民食及傳統健康食品，用途廣泛，可做爲主要糧食也可爲蔬菜用，其重要性僅次於甘藷、馬鈴薯及樹薯。水芋栽培是臺灣目前種植面積最多的一種栽培方式，且長久以來一般農民幾乎均採用檳榔心芋品種爲主(約佔93%)，以採收母芋球莖爲主要生產目的[(6)]。有關芋品種改良與栽培的研究在過去並不受重視，目前各改良場所已開始積極進行。由於本省氣候溫暖，雖

1.行政院農業委員會農業試驗所　研究報告第1990號。
2.本所農場管理室助理。 臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3.本所農藝系助理研究員、助理研究員及研究員。 臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

全年均可栽種芋作物，但如種植期不同，因氣候之變化，使植株的生長、發育也不相同[4]，此爲芋之育種及栽培上不得不注意之要點。

從本研究室過去對水芋之生長分析報告發現[4]，水芋爲多年生宿根性作物，地上部及球莖自始即一直存在，但不同種植期由於生長期間氣象變化差異影響，在等長的採收期間內，不同種植期所表現的生長趨勢卻不盡相同，同時地上部與球莖之生長曲線變化在不同種植期之間也不一致。因此，甚難在同一種生長模式下以比較水芋在不同種植期間的生長差異變化。而芋作物全生育期均處於營養生長狀態，並無明顯的外觀型態差異可供區分生育時間，但從過去研究結果[3]，水芋生長依其植株各部位乾物質生產分配的趨勢，亦可大致將其區分爲生長初期（移植後第1～2個月）、地上部生長旺盛期（移植後第2～5個月）、球莖快速膨大期（移植後第5～7個月）及成熟期（移植後第8個月或更長時間）等四個生長階段，因此在比較水芋不同種植期間之生長表現差異時，針對不同生長階段間之差異變化進行探討，當可獲致較爲明確而有意義的結果。

欲有效選育優良品種並進行栽培技術之改良，必須從生理基礎上之認知來瞭解作物之產量形成機制。植物分配乾物質的方式與效率，是影響作物產量的重要原因[11]。在生理研究上，有關光合產物在供源與積儲器官分配的研究受到相當重視，在探討光合產物分配之前，應先瞭解乾物質在植物體的累積之變化。作物種類不同，其乾物質累積變化並不相同；同一作物品種不同或栽培季節不同，乾物質累積之表現也不同；作物不同生育期間除了乾物質累積不同之外，其乾物質在各器官的分配也不同，其情形甚爲複雜[1]。而氮素爲構成植物蛋白質與葉綠素的主要成分之一，與各項生理活性均有密切關係，尤其在光合作用方面，更受氮素營養的直接影響；作物乾物質生產爲生理作用的綜合表現，因此亦受氮素供應適當與否的直接作用。解析氮素在植株生育期間在各器官的吸收、分配、蓄積和利用，將有助於瞭解其對產量的影響。

芋收穫爲球莖，球莖的生長於植株生育初期即已開始，此與一般禾穀類作物不同。一當球莖開始形成，球莖和頂端的新葉就變成積儲，且二者在整個生育期中佔有相當長的時間，而地上部可行光合作用的葉片及葉柄即變成供源。如果供源無法充分分配供給時，則球莖與稍頭部新葉之間發生相互競爭光合產物。所以在芋球莖生長中供源與積儲的關係較禾穀類複雜。本試驗目的在調查不同種植期下水芋植株各部位在不同生長階段乾物質與氮素累積量及累積速率的變化差異，以探討不同種植期對乾物質與氮素累積性狀之影響，進而推知水芋葉片葉柄累積光合產物之最主要時期，所得結果將有助於瞭解水田檳榔心芋的田間產量生理表現，並可用爲提高本省芋作物生產效率的參考資料。

材料與方法

本研究以臺灣地區栽培最廣的地方品種檳榔心芋爲試驗材料；田間栽培試驗在農業試驗所之田區進行，分別於1995年及1996年之1月12日、5月12日、9月12日各種植一次，爲期兩年。每一種植期重複四次，行株距70×30公分，每行25株，每重複種植8行共200株。本試驗以水田栽培方式種植，整地方法與種植水稻時相同。自種芋田選取子芋，秤重後取35±10公克之芋苗，爲防治軟腐病，先以50%免賴得可濕性粉劑1000倍液浸漬60分鐘並陰乾後再逢機種植於試驗田區。種植後田間保持淺水3-5公分，生育期間前七個月田間經常保持淹水狀態，以後則僅維持土壤濕潤狀態。

肥料爲硫酸銨、過磷酸鈣及氯化鉀，氮、磷、鉀三要素每公頃施用量各爲700、200及600公斤[6]。平均分爲七等分於移植前及移植後每隔一個月施用一次。生育期間之雜草控制，在種植後1至3天每公頃施用5%丁基拉草粒劑30公斤，並保持3至5公分淺水3天，種植後一個月再以同量施用一次，爾後則視田間雜草及子芋產生數量適時拔除，以免影響水芋正常生長。病蟲害防治則依實際情況適時防治(參閱農林廳編-植物保護手冊)，其他管理方法則依一般慣行法行之。

移植後每一個月自各重複中逢機選取3株生育正常的植株，區分爲葉片、葉柄及球莖等部位，分別置於送風乾燥箱中以80℃烘乾72～96小時後，秤量乾物重，隨後經40目篩(mesh)磨粉，以semi-micro Kjeldahl 方法測定氮素濃度，以氮素濃度及乾物重之乘積估算氮素累積量，計算植株各部位於各生育階段之乾物質與氮素累積速率。由於芋植株之生長期大致可區分爲生長初期（移植後第1～2個月）、地上部生長旺盛期（移植後第2～5個月）、球莖快速膨大期（移植後第5～7個月）及成熟期（移植後第8個月或更長時間）等四個生長階段[3]。因此本試驗每一種植期每月各取樣一次，到移植後第8個月爲止，共調查8次，以詳細調查水芋在各生長階段乾物質與氮素累積性狀的變化。

植株各部位乾物重與氮素含量及其累積速率等分析比較，均係以試驗所得各重複之原始資料經變方分析後，以LSD測驗檢測不同種植期間的差異顯著性。

結　果

從表1顯示，1995年試驗不同種植期下水芋植株在移植後前兩個月之生長初期，各部位乾物重皆以1月種植期最低，而雖然5月種植期在移植後第1個月時之葉柄、地上部及球莖乾物重顯著低於9月種植期，但到移植後第2個月時，5月與9月種植期之間已無顯著差異；移植後第3個月時，5月種植期的各部位乾物重則較其他兩個種植期爲高，而以1月種植期的乾物重最低；到移植後第4個月時，1月種植期植株葉片及葉柄乾物重增加迅速，與9月種植期已無顯著差異，且葉片乾物重也與5月種植期相近，但球莖乾物重仍甚低於其他兩個種植期；至移植後第5個月時，葉片、葉柄及地上部乾物重以1月種植期最高，5月種植期其次，而9月種植期最低，至於球莖乾物重則以5月種植期最高，1月及9月種植期則相近；在移植後第6個月之球莖快速膨大期初期，1月種植期的葉片乾物重雖略有下降，但葉柄仍持續成長，至移植後第7個月之球莖快速膨大期後期，葉片、葉柄及地上部乾物重才開始下降，而球莖乾物重在此時期內一直以每月約1.5倍的速率快速增加，在移植後第6個月前雖然球莖乾物重仍不如5月種植期，但到移植後第7個月以後球莖乾物重已居所有種植期之冠；5月種植期的葉片、葉柄及地上部乾物重則在移植後第6個月時，即以一定的速率在減少，至成熟期（移植後第8個月）地上部乾物重約僅19公克，爲所有種植期中最低；9月種植期從地上部生長旺盛期以後全株乾物重都未減少反而呈緩慢速率增加，至成熟期時其葉片及葉柄乾物重與1月種植期已無顯著差異，其地上部乾物重約60公克左右，爲5月種植期之3倍以上。

1996年試驗不同種植期下水芋植株在移植後前兩個月之生長初期，1月種植期的葉片、葉柄及地上部乾物重皆爲所有種植期中最低，隨著植株生長，至移植後第3個月時，其葉片、葉柄及地上部乾物重與其他種植期已無顯著差異，由於地上部生長旺盛期之增加迅速，至移植後第5個月時，1月種植期的葉片、葉柄及地上部乾物重顯著較其他兩種植期爲高，此種生長趨勢與1995年試驗結果相當一致；在球莖乾物重方面，雖然1月種植期在生長初期之表現，並非所有種植期中最低者，但自移植後第3個月起之生長趨勢仍與1995年試驗結果一致，即呈緩慢增加，並於移植後第5個月時與9月種植期之表現相近，但仍甚低於5月種植期；除了5月種植期在移植後第2個月時之地上部乾物重顯著高於9月種植期之外，在移植後第1個月及移植後第3～5個月之地上部生長旺盛期，5月與9月兩種植期之間未有顯著差異；1月種植期地上部乾物重自球莖快速膨大期後期開始下降，5月種植期則進入球莖快速膨大期之後即下降，1月種植期直到成熟期地上部乾物重仍繼續增加；成熟期所累積的地上部乾物質以5月種植期爲最低，但與1月種植期無顯著差異，且均顯著低於9月種植期（表1）。1996年試驗期間，中部地區由於7月下旬強烈颱風賀伯(HERB)來襲造成嚴重災害，葉片嚴重受損，故5月種植期於移植後第3個月葉片乾物重不升而反降，隨後雖然也回復增加之趨勢，但使得其在地上部生長旺盛期的地上部

乾物重已低於1月種植期，但兩者間差異並未達顯著水準，同時爲儘速回復受損葉片之機能，植株必須消耗球莖以使同化物質能運轉到地上部，因此使得5月種植期在移植後第3個月時之球莖乾物質增加量不如1995年試驗，同時在地上部生長旺盛期間（移植後第3～5個月）其球莖乾物重均低於1995年試驗，此造成1月與5月種植期於1996年試驗之成熟期球莖產量，均低於1995年試驗所得者。1996年1 月種植期在移植後第5個月時也多少受到5月下旬中度颱風凱姆(CAM)的影響，使得植株地上部乾物重較1995年試驗結果爲低，但此對於球莖乾物重之影響並未太大。

表1. 不同種植期下水芋植株各部位於不同生長階段之乾物重(g/plant)變化

Table 1. Changes in the dry weight (g/plant) for the different plant fractions of wetland taro at different growth stages under different planting seasons

Plant fraction	Planting month	Primary growth stage		Vigorous top-growth stage			Corm rapid-bulking stage		Corm maturity stage
		1 MAP[Z]	2 MAP	3 MAP	4 MAP	5 MAP	6 MAP	7 MAP	8 MAP
					1995				
Leaf	Jan.	0.21b[Y]	0.55b	3.18c	14.69ab	30.70a	29.25a	20.80a	17.34a
	May	1.25a	7.58a	14.85a	17.39a	25.28b	15.40b	7.61c	6.29b
	Sept.	1.53a	8.06a	9.98b	11.86b	13.07c	13.38b	15.96b	19.23a
Petiole	Jan.	0.37b	1.24b	4.13c	24.63b	65.71a	79.78a	61.52a	42.04a
	May	1.12b	10.04a	28.49a	33.14a	47.95b	32.12b	15.05c	12.47b
	Sept.	2.68a	10.30a	14.15b	21.74b	26.04c	31.04b	32.13b	44.19a
Leaf+ Petiole	Jan.	0.58c	1.78b	7.30c	39.31b	96.41a	109.02a	82.32a	59.38a
	May	2.38b	17.62a	43.33a	50.53a	73.23b	47.52b	22.67c	18.77b
	Sept.	4.21a	18.36a	24.12b	33.61b	39.11c	44.41b	48.09b	63.42a
Corm	Jan.	2.37b	2.86b	3.28c	16.66c	50.35b	85.79b	138.84a	229.27a
	May	1.81b	8.07a	27.67a	65.95a	122.72a	157.12a	152.25a	184.66b
	Sept.	4.80a	7.79a	18.32b	40.28b	55.63b	81.64b	96.51b	112.89c
					1996				
Leaf	Jan.	0.72b	3.38c	7.92a	13.07b	22.74a	19.80a	6.88b	9.55b
	May	1.34a	7.48a	7.04a	15.14ab	12.38b	10.43b	9.83b	11.17b
	Sept.	1.17a	5.67b	9.09a	16.96a	15.64b	18.83a	20.87a	22.13a
Petiole	Jan.	1.03b	3.88c	10.91a	25.39a	48.67a	56.88a	22.94b	16.68b
	May	2.02a	9.99a	12.08a	26.44a	21.23b	20.06c	17.48b	19.99b
	Sept.	1.68a	6.92b	12.60a	26.87a	29.53b	38.90b	45.27a	43.62a
Leaf+ Petiole	Jan.	1.75b	7.26c	18.82a	38.46a	71.41a	76.68a	29.82b	26.23b
	May	3.36a	17.47a	19.13a	41.58a	33.61b	30.48c	27.31b	31.16b
	Sept.	2.85a	12.59b	21.69a	43.83a	45.17b	57.73b	66.15a	65.75a
Corm	Jan.	7.44a	7.66b	12.71b	26.88c	46.87b	104.02a	145.55a	168.70a
	May	2.17b	10.53a	19.53a	51.21a	77.90a	92.12a	97.67b	132.27b
	Sept.	5.02a	5.56c	16.95ab	41.72b	66.83ab	95.07a	123.72ab	148.35ab

[Z] MAP: Month after planting.

[Y] Means with the same letter within a column of a specific plant fraction in the same year are not significantly different at 5% level by LSD test.

綜合表1之兩年試驗結果，水芋植株於地上部生長旺盛期後期（移植後第5個月）的地上部（含葉片及葉柄）乾物量，在一年當中均隨著種植月份增加而降低，且各種植期地下部球莖乾物重從球莖快速膨大期到成熟期均持續上升。1995年試驗至成熟期時以1月種植期的球莖乾物重（產量）最高，5月種植期其次，而9月種植期最低；1996年試驗成熟期的球莖乾物重亦以1月種植期爲最高，5月種植期最低，9月種植期介於兩者之間，但9月種植期表現各與1月及5月種植期間無顯著差異。

兩年度不同種植期水芋植株各部位的氮素累積量變化，列如表2。在移植後的生長初期，水芋植株各部位累積之氮素量甚微，1995年不同種植期間的差異，與乾物質累積量之趨勢一致，以1月種植期最低（除移植後第1個月之球莖以外）；進入地上部生長旺盛期，最初（移植後第3個月）的各部位氮素累積量仍以1月種植期最低，5月種植期最高，9月種植期則介於兩者之間，此與乾物質累積量在不同種植期間之差異表現相似；之後隨著植株生長，至移植後第4個月起，1月種植期地上部由於氮素累積量增加迅速，與5月種植期已無顯著差異，且皆較9月種植期爲高，但1月種植期之球莖氮素累積量仍低於其他種植期。1996年試驗不同種植期間地上部氮素累積量的差異，在生長初期的表現亦與乾物質累積量之趨勢一致，以1月種植期最低；移植後第3、4個月時，1月與5月種植期間地上部氮素累積無顯著差異，但皆低於9月種植期；但至移植後第5個月時，1月種植期地上部的氮素累積量最高，且其葉柄及地上部氮素量與9月種植期之間無顯著差異，5月種植期則地上部氮素總含量最低，顯然1996年5月下旬及7月下旬發生的颱風災害，對水芋植株地上部氮素累積仍有不利之影響，尤以5月種植期遭受強烈颱風之影響最鉅；1月種植期在移植後第3～5個月間之球莖氮素累積量均較其他兩個種植期爲低，5月與9月種植期則無顯著差異，顯然颱風爲害對球莖氮素累積之影響並不明顯。

綜合表2之兩年試驗結果，不同種植期水芋植株從地上部生長旺盛期、球莖快速膨大期到成熟期的氮素累積量變化趨勢，與乾物質表現相類似。水芋於地上部生長旺盛期，以1月種植期的地上部總含氮量顯著高於其他種植期，但隨著植株成長，含氮量持續降低，至成熟期地上部總含氮量顯著低於9月種植期；5月種植期在地上部生長旺盛期的地上部總含氮量，僅次於1月種植期，之後則緩慢下降，到成熟期時地上部總含氮量與1月種植期已無顯著差異；9月種植期於地上部生長旺盛期的葉片含氮量爲所有種植期中最低，葉柄及地上部含氮量則與1月種植期相近，但於球莖快速膨大期及成熟期都仍持續上升，到成熟期顯著高於其他種植期。

水芋植株在移植後前兩個月之生長初期的生育緩慢，但自移植後第3個月以後則極爲迅速。表3所列爲移植後第3～5個月間植株各部位所增加之乾物重及氮素含量與移植後第5個月之含量的相對比值，由表中得知，在生長初期至地上部生長旺盛期間（移植後第3～5個月間）水芋植株各部位所增加的乾物重與地上部生長旺盛期（移植後第5個月時）乾物重的比值，均以1月種植期爲最高，1995年試驗葉片、葉柄、地上部及球莖均在90%以上，1996年試驗的數值則較低，但也在65%以上；其次爲5月種植期，兩年的試驗結果相近，地上部約在40%左右，球莖在73%以上；而9月種植期最低，其除了1995年試驗之葉片乾物重比值(20%)與球莖乾物重比值(64%)較5月種植期顯著爲低之外，葉柄及地上部之乾物重比值均與5月種植期所得者無顯著差異。在地上部生長旺盛期間，水芋植株亦可吸收大量氮素，以1月種植期所吸收的氮素最多，其在1995年試驗的比值較高，無論地上葉部或球莖均高達85%以上，1996年則在65～80%之間；1995年試驗水芋在地上部生長旺盛期間，5月種植期所能吸收的葉片氮素比值（46%）較9月種植期（18%）顯著爲高，但於1996年試驗同一生育階段期間5月種植期所累積的葉片氮素含量比值（29%），則反而較9月種植期（44%）爲低（雖未達顯著水準），按此是該期間受到強烈颱風影響所致，此異常氣候因素也同時影響了5月種植期之葉柄所累積的氮素含量比值（21%），其數值較9月種植期（52%）爲低，但未達顯著水準；5月及9月種植期在地上部生長旺盛期間，所累積之球莖氮素含量比值均低於1月種植期，但其差異並未達顯著水準（表3）。

水芋植株在移植後第2、3個月起的生長轉爲快速，可由表4予以更詳細說明。表4顯示，兩年試驗水芋作物生長速率皆隨植株生育期延伸而明顯提高，且受到不同種植期極顯著的影響。1月種植期自移植後第3個月以後植株生長才開始增加迅速，在移植後第3～5個月期間地上部乾物質之累積速率並顯著高於其他種植期，在移植後第4～5個月間地上部於1995年試驗更以高達每天每公頃約88公斤之速

表 2. 不同種植期下水芋植株各部位於不同生長階段之氮素累積量(mg/plant)

Table 2. Changes in the amount (g/plant) of N accumulated for the different plant fractions of wetland taro at different growth stages under different planting seasons

Plant fraction	Planting month	Primary growth stage		Vigorous top-growth stage			Corm rapid-bulking stage		Corm maturity stage
		1 MAP[z]	2 MAP	3 MAP	4 MAP	5 MAP	6 MAP	7 MAP	8 MAP
					1995				
Leaf	Jan.	9.5b[Y]	30.8b	154.3c	662.8ab	1175.6a	1191.7a	886.7a	652.5b
	May	60.2a	340.3a	574.7a	693.5a	1062.9a	644.7b	304.0c	255.2c
	Sept.	61.3a	353.9a	400.9b	480.1b	516.7b	547.8b	662.5b	812.7a
Petiole	Jan.	10.6b	36.9b	99.2c	490.0a	806.8a	1127.2a	831.7a	404.4b
	May	24.7ab	175.3a	412.1a	381.5ab	642.2a	389.6b	198.0c	167.2c
	Sept.	38.8a	178.1a	163.5b	286.6b	375.7b	494.7b	581.9b	756.0a
Leaf+ Petiole	Jan.	20.1b	67.8b	253.5c	1152.8a	1982.4a	2348.9a	1718.4a	1056.9b
	May	84.9a	515.5a	986.8a	1075.1ab	1705.1a	1034.3b	502.0c	422.4c
	Sept.	100.1a	531.9a	564.3b	766.7b	892.4b	1042.5b	1244.5b	1568.7a
Corm	Jan.	51.2a	89.1a	80.0b	308.6b	545.9b	1139.0ab	1502.7a	2131.2
	May	31.5a	92.5a	322.0a	647.5a	1357.6a	1612.5a	1626.4a	2080.4a
	Sept.	37.0a	94.6a	156.0b	467.1b	697.1b	1058.4b	1431.3a	1704.1a
					1996				
Leaf	Jan.	28.8b	135.2c	341.2a	558.1b	998.8a	873.0a	265.9c	405.0b
	May	59.4a	383.5a	340.7a	679.2b	501.0c	459.5b	468.4b	365.6b
	Sept.	53.8a	318.8b	422.5a	832.0a	760.6b	783.2a	860.3a	843.5a
Petiole	Jan.	16.7b	57.7b	174.7b	532.2b	844.4a	1270.1a	399.9b	363.8a
	May	33.7a	237.2a	294.9a	598.7ab	426.2b	415.4c	407.5b	401.1a
	Sept.	42.4a	245.5a	360.2a	706.3a	758.9a	847.6b	690.1a	510.3a
Leaf+ Petiole	Jan.	45.5b	192.8b	515.9b	1843.1a	2143.0a	665.8b	768.8b	
	May	93.0a	620.7a	635.6ab	927.2b	874.9c	876.0b	766.7b	
	Sept.	96.1a	564.4a	782.6a	1538.3a	1519.5a	1630.8b	1550.4a	1353.8a
Corm	Jan.	41.9b	88.7b	193.8b	500.3b	963.7b	1949.5a	2758.3a	3014.9a
	May	18.2b	194.5a	519.8a	1313.6a	1703.4a	2110.4a	2109.7b	2230.3ab
	Sept.	72.9a	113.1b	393.0a	1247.3a	1416.5ab	1680.8a	1455.3c	1345.7b

[z] MAP: Month after planting.

[Y] Means with the same letter within a column of a specific plant fraction in the same year are not significantly different at 5% level by LSD test.

表 3. 不同種植期下水芋移植後第3~5個月間植株各部位所增加之乾物重及氮素量與移植後第5個月之含量的相對比值(%)

Table 3. The relative ratio (%) of the dry weight and N content increased between the 3-5 MAP[z] to the amount at 5 MAP for the different plant fractions of wetland taeo under different planting seasons

Item	Planting month	Plant fraction			
		Leaf	Petiole	Leaf+Petiole	Corm
			1995		
Dry matter	Jan.	89.7 a[Y]	93.7 a	92.5 a	93.5 a
	May	41.3 b	40.8 b	41.0 b	77.2 b
	Sept.	19.9 c	40.7 b	33.7 b	64.3 c
Nitrogen	Jan.	87.0 a	87.7 a	87.3 a	85.3 a
	May	45.7 b	34.6 b	42.0 b	73.5 a
	Sept.	17.9 c	50.4 b	31.6 b	75.0 a
			1996		
Dry matter	Jan.	65.0 a	76.9 a	73.1 a	71.8 a
	May	40.5 b	38.1 b	39.3 b	73.6 a
	Sept.	40.2 b	56.1 ab	50.6 ab	74.2 a
Nitrogen	Jan.	65.6 a	78.7 a	71.6 a	79.5 a
	May	28.7 b	21.1 b	26.1 b	67.0 a
	Sept.	43.6 ab	51.8 ab	47.8 ab	72.3 a

[Z] Map: Month after planting.

[Y] Means with the same letter within a column of a specific plant fraction in the same year are not significantly different at 5% level by LSD test.

率增加，其中25公斤分配至葉片，63公斤分配至葉柄，1996年試驗地上部每天每公頃51公斤之累積速率中，則是以15公斤分配至葉片，36公斤分配至葉柄，而球莖乾物重在移植後第3個月之前每天每公頃增加量均不到12公斤，到移植後第4個月球莖乾物質之累積速率才提高爲爲每天每公頃21公斤以上；5月種植期自移植後第1個月以後全株乾物重即增加迅速，在移植後第3～5個月間地上部葉片及葉柄之乾物質累積速率僅次於1月種植期，地上部乾物質累積速率約在每天每公頃40公斤以下（1996年試驗除外，因受到強烈颱風影響，在移植後第4～5個月間地上部乾物重累積速率變爲負值），但在此同一時期球莖乾物質之累積速率卻較地上部之累積速率還要更快，在每天每公頃42公斤以上，甚至高達90公斤（1995年試驗移植後第4～5個月間），遠高於其他兩個種植期；9月種植期除在移植後第1~2個月間地上部乾物質量累積速率稍快之外，其他生長階段地上部乾物質累積大致上維持以每天每公頃9～15公斤之穩定速率增加，而球莖乾物質在生長初期雖然累積速率甚慢，但至移植後第3個月以後速率即開始變快，其速率與1月種植期相近。

1995年試驗氮素累積速率的表現（表4）與乾物質相似，5月及9月種植期地上部氮素含量均自移植後第1個月起逐漸升高，而1月種植期在生長初期增加甚緩，至移植後第3個月進入地上部生長旺盛期以後，地上部氮素含量才開始增加迅速，在移植後第4～5個月間之地上部氮素累積速率，以1月種植期最快（每天每公頃約增加1.3公斤氮素含量），其次爲5月種植期（每天每公頃約增加1.0公斤氮素含量），而9月種植期最低（每天每公頃約增加0.2公斤氮素含量）；雖然在移植後前兩個月所有種植期間的球莖氮素累積速率並無顯著差異，但進入地上部生長旺盛期後則仍以5月種植期累積氮素的速率最快（每天每公頃約增加1.1公斤）；1996年試驗結果與1995年之表現呈相似的趨勢，亦即氮素累積速率隨植株之生長而增加，在地上部生長旺盛期間1月種植期地上部氮素累積速率高於其他種植期，1月種植期並以接近移植後第5個月最高（每天每公頃約增加1.2公斤氮素含量），但5月及9月兩個種植期之地上部氮素累積速率則以接近移植後第4個月最高（分別每天每公頃約增加1.0及1.2公斤氮素含量），至移植後第4～5個月間地上部累積速率變爲負值，表示氮素累積不增反降；在地上部生長旺盛期間，球莖氮素累積速率仍以5月種植期高於其他兩個種植期。

進一步計算水芋植株各部位氮素累積速率與乾物質累積速率的相對比值（表5），發現1995年試驗不同種植期在移植後第3個月以前的各生育期間均呈顯著差異，在移植後第1個月之前葉片速率比值以5月種植期最高，葉柄速率比值以1月種植期最高，而各部位速率比值均以9月種植期最低，但在移植後第1～3個月之間各部位氮素累積速率與乾物質累積速率的相對比值則則均以1月種植期爲最高，之後在移植後第3～5個月間不同種植期並無顯著差異；1996年試驗在生長初期，水芋植株各部位之氮素累積速率與乾物質累積速率的相對比值均以9月種植期最高，5月種植期其次，而1月種植期最低（除移植後第1～2個月間球莖表現例外），進入地上部生長旺盛期，不同種植期的地上部速率比值並無顯著差異（除移植後第3～4個月之葉片例外），但球莖速率比值在種植期間的變動較不穩定。由此顯示，雖然在生長初期各種植期之間的表現並不穩定，但進入地上部生長旺盛期後，種植期並不會影響水芋地上部之氮素與乾物質的相對累積效率，即使在此期間碰到颱風而造成葉片嚴重受損，卻由於地上部乾物質及氮素之累積皆同時受到影響而減緩，故其相對累積效率並不致於產生變動；當水芋在地上部生長旺盛期間未遭遇異常氣候影響，種植期也不會影響球莖之氮素與乾物質的相對累積效率（如1995年試驗），但若葉片因災害受損嚴重，導致球莖必須大量消耗以使同化物質儘速能移轉到地上部，則球莖乾物質累積速率會因而變緩，但由於球莖氮素累積不會有明顯影響，因此球莖氮素與乾物質之相對累積效率在不同種植期間的表現就顯得相當不穩定（如1996年試驗）。

詳細分析水芋植株各部位在不同生育階段的乾物重佔全株分配比例之變化，如表6所示。1995年

表 4. 不同種植期對水芋生長初期及地上部生長旺盛期植株各部位乾物質及氮素累積速率(kg/ha/day)的影響

Table 4. Effect of planting seasons on the rates of dry matter and N accumulation (kg/ha/day) for the different plant fractions of wetland taro at primary growth stage and vigorous top-growth stage

Plant fraction	Planting month	Dry matter					N				
		Primary growth stage		Vigorous top-growth stage			Primary growth stage		Vigorous top-growth stage		
		0-1 MAP [Z]	1-2 MAP	2-3 MAP	3-4 MAP	4-5MP	0-1 MAP	1-2 MAP	2-3 MAP	3-4 MAP	4-5MP
						1995					
Leaf	Jan.	0.3b [Y]	0.6b	4.0b	18.3a	24.6a	0.01b	0.04b	0.04ab	0.81a	0.79a
	May	1.9a	10.0a	11.3a	3.9b	12.5b	0.09a	0.44a	0.44a	0.18b	0.59a
	Sept.	2.4a	10.0a	3.0b	2.9b	1.9c	0.10a	0.45a	0.45b	0.12b	0.06b
Petiole	Jan.	0.6b	1.5b	4.4b	32.5a	63.1a	0.02b	0.04b	0.10b	0.62a	0.49a
	May	1.7b	14.2a	28.6a	7.2b	23.5b	0.04ab	0.24a	0.37a	-0.05c	0.41a
	Sept.	4.2a	11.7a	6.1b	11.7b	6.6c	0.06a	0.21a	-0.02c	0.19b	0.14b
Leaf+ Petiole	Jan.	0.9c	2.1b	8.5b	50.8a	87.7a	0.03b	0.08b	0.29b	1.43a	1.27a
	May	3.6b	24.2a	39.8a	11.0b	36.0b	0.13a	0.68a	0.73a	0.14b	1.00a
	Sept.	6.7a	21.7a	9.2b	14.6b	8.5c	0.16a	0.66a	0.05b	0.31b	0.19b
Corm	Jan.	3.6b	0.8b	0.6c	21.2b	51.8b	0.08a	0.06a	-0.01b	0.36a	0.36b
	May	2.8b	9.9a	30.3a	58.8a	90.1a	0.05a	0.10a	0.35a	0.50a	1.13a
	Sept.	7.6a	4.6b	16.7b	33.7b	23.6b	0.06a	0.09a	0.10b	0.48a	0.35b
					1996						
Leaf	Jan.	1.1b	4.4c	7.0a	8.2a	14.9a	0.04b	0.17c	0.32a	0.34b	0.68a
	May	2.1a	9.7a	-0.7b	12.4a	-4.4b	0.09a	0.51a	-0.07b	0.52ab	-0.28b
	Sept.	1.9a	6.9b	5.4a	12.1a	-2.0b	0.09a	0.41b	0.16a	0.63a	-0.11b
Petiole	Jan.	1.6b	4.7c	10.8a	23.0a	35.7a	0.03c	0.07b	0.18a	0.57a	0.48a
	May	3.1a	12.7a	3.3b	22.0a	-8.3a	0.05b	0.32a	0.09a	0.47a	-0.27c
	Sept.	2.7a	8.0b	9.0a	21.9a	4.1b	0.07a	0.31a	0.18a	0.53a	0.08b
Leaf+ Petiole	Jan.	2.7b	9.0c	17.8a	31.2a	50.6a	0.07b	0.24c	0.50a	0.91a	1.16a
	May	5.2a	22.4a	2.6b	34.5a	-12.6b	0.14a	0.84a	0.02b	0.99a	-0.56b
	Sept.	4.5a	15.0b	14.4a	34.0a	2.1b	0.15a	0.72b	0.35a	1.16a	-0.03b
Corm	Jan.	11.4a	0.4b	7.8b	22.5b	30.7a	0.06b	0.08b	0.16b	0.49b	0.71a
	May	3.3b	13.3a	14.0ab	48.7a	42.4a	0.03b	0.28a	0.50a	1.22a	0.62a
	Sept.	8.0a	0.8b	18.1a	38.1ab	38.6a	0.12a	0.06b	0.44a	1.31a	0.26a

[Z] MAP: Month after planting.

[Y] Means with the same letter within a column of a specific plant fraction in the same year are not significantly different at 5% level by LSD test.

試驗在地上部生長旺盛期後期（移植後第5個月），1月種植期於此期間所累積的乾物質主要集中於地上部營養器官（66%），其中約三分之一分配於葉片(21%)，三分之二分配於葉柄(45%)，隨著植株成長，到球莖快速膨大期，乾物質明顯大量移轉至球莖，至成熟期集中於地上部的乾物質分配比例僅有21%，而且分配到葉片與葉柄的比例仍維持約1：2之數值；5月種植期在地上部生長旺盛期僅有38%集中於地上部，隨後逐漸減少，至成熟期集中於地上部的乾物重分配比例僅9%，而分配至葉片與葉柄之比例仍為1：2；9月種植期自地上部生長旺盛期以後，雖然地上部乾物重分配比例亦有減少，但下降速率極為緩慢，從地上部生長旺盛期到成熟期不過由41%減少為36%，而地上部分配至葉片與葉柄的比例仍約1：2。1996年試驗各種植期的地上部乾物重分配比例的數值雖然均略低於1995年試驗結果，但表現則完全一致，即在地上部生長旺盛期，以1月種植期分配到地上部的乾物重最高，其次為5月種植期，但該兩種植期在進入球莖快速膨大期之後，地上部乾物重便大幅降低，到成熟期集中於地上部的乾物質分配比例已不足20%，而將近有80%以上是分配到地下部的球莖；9月種植期於地上部生長旺盛期分配至地上部的乾物質比例，為所有種植期中最低(40%)，但之後下降速率甚緩，顯示營養生長仍明顯的持續成長，至成熟期時分配到地上部的乾物質比例仍近31%，為所有種植期中最高，

表5. 不同種植期對水芋生長初期及地上部生長旺盛植株部位氮素累積速率與乾物質累積速率之相對比值(%)的影響

Table 5. Effect of planting seasons on the relative ratio (%) of rates between N and dry matter accumulation for the different plant fractions of wetland taro at primary growth stage and vigorous top-growth stage

Plant fraction	Planting month	Primary growth stage		Vigorous top-growth state		
		0-1 MAP[Z]	1-2 MAP	2-3 MAP	3-4 MAP	4-5 MAP
1995						
Leaf	Jan.	4.5b[Y]	6.7a	4.7a	4.4a	3.2a
	May	4.9a	4.4b	3.1b	2.8a	7.3a
	Sept.	4.0c	4.5b	2.2b	4.7a	3.1a
Petiole	Jan.	2.9a	3.1a	2.1a	1.9a	0.8a
	May	2.2b	1.7b	1.3b	-1.5b	2.0a
	Sept.	1.5c	1.9b	-0.4c	1.6a	0.8a
Leaf+ Petiole	Jan.	3.5a	4.0a	3.4a	2.8a	1.5a
	May	3.7a	2.8b	1.8b	-0.8a	3.1a
	Sept.	2.4b	3.1b	0.5c	2.0a	0.1a
Corm	Jan.	2.1a	13.8a	3.6a	1.7a	0.7a
	May	1.8a	1.0b	1.2a	0.8b	1.2a
	Sept.	0.8b	2.1b	0.6a	1.5ab	0.8a
1996						
Leaf	Jan.	4.0c	4.0c	4.5a	4.2b	4.6a
	May	4.4b	5.3b	4.5a	4.2b	7.0a
	Sept.	4.6a	5.9a	2.9a	5.2a	4.1a
Petiole	Jan.	1.6b	1.4c	1.7a	2.5a	1.4a
	May	1.7b	2.6b	2.6a	2.1a	4.3a
	Sept.	2.5a	3.9a	2.0a	2.5a	4.0a
Leaf+ Petiole	Jan.	2.6b	2.7c	2.8a	2.9b	2.3b
	May	2.8b	3.7b	1.7a	2.8b	5.3a
	Sept.	3.4a	4.8a	2.4a	3.4a	3.3ab
Corm	Jan.	0.6c	7.5a	2.1b	2.2a	2.4a
	May	0.8b	2.1a	4.0a	2.4a	1.5b
	Sept.	1.5a	2.6a	2.5b	3.7a	0.5c

[Z] MAP: Month after planting;

[Y] Means with the same letter within a column of a specific plant fraction in the same year are not significantly different at 5% level by Lsd test.

其餘約69% 乾物質則是分配至球莖。成熟期收穫部位（球莖）所含乾物重與植株總乾物重的比值，稱爲收穫指數(harvest index)，水芋介於64%至91%之間，但隨種植月份而異，1995年試驗以5月種植期最高，1月種植期其次，9月種植期最低，1996年試驗則1月種植期最高，5月種植期其次，9月種植期最低。

至於水芋植株各部位在不同生育階段地氮素累積量佔全株分配比例之變化（表6），1995年試驗在地上部生長旺盛期，1月種植期於此期間所累積的氮素主要集中於地上部營養器官（78%），其中46%分配於葉片，32%分配於葉柄，隨著植株成長，到球莖快速膨大期，氮素明顯的從地上部移轉至地下球莖，至成熟期集中於地上部的氮素累積比例僅33%；5月種植期在地上部生長旺盛期有57%集中於地上部，隨後逐漸減少，至成熟期時集中於地上部的氮素累積比例僅17%；9月種植期在地上部生長旺盛期與5月種植期相近，氮素累積分配比例約爲56%，之後呈極緩慢減少，到成熟期仍維持48%。1996年試驗各種植期地上部氮素累積分配比例的數值雖然均略低於1995年試驗結果，但各種植期在植株各器官的表現趨勢仍與1995年試驗相當一致，在地上部生長旺盛期，以1月種植期的地上部比例最高，5月種植期其次，9月種植期最低，之後由於1月與5月種植期之球莖含氮量增加迅速，且1月種植

期之增加速率快於5月種植期，到成熟期該兩種植期分配到地上部的氮素累積比例已無顯著差異，不到30%，而9月種植期則因下降甚緩，至成熟期時仍有50%，顯著高於其他兩個種植期。由表6同時顯示，不同種植期對各生長階段地上部營養器官分配至葉片及葉柄的氮素累積分配比例，並沒有太大的影響，大致上都是以約十分之六分配於葉片，而十分之四分配於葉柄。成熟期收穫部位（球莖）所含氮量與植株總氮量的比值，稱爲氮素收穫指數，水芋介於50%至83%之間，但隨種植月份而異，1995年試驗以5月種植期最高，1月種植期其次，9月種植期最低，1996年試驗則1月種植期最高，但與5月種植期無顯著差異，9月種植期最低。

表 6. 不同種植期下水芋植株各部位於不同生長階段之乾物重及氮素累積量佔全株分配比例(%)變化

Table 6. Changes in the partition ratio (%) of dry weight and N accumlation for the differeent plant fractions of wetland taro at different growth stages under different planting seasons

Plant fraction	Planting month	Dry weight: Vigorous top-growth stage	Dry weight: Corm rapid-bulking stage		Dry weight: Corm maturity stage	N: Vigorous top-growth stage	N: Corm rapid-bulking stage		N: Corm maturity stage
		5 MAP[Z]	6 MAP	7 MAP	8 MAP	5 MAP	6 MAP	7 MAP	8 MAP
					1995				
Leaf	Jan.	20.9a[Y]	15.1a	9.4a	6.0b	46.5a	35.1a	27.5a	20.6b
	May	12.9b	7.5c	4.4b	3.1c	35.4b	24.4b	14.4b	10.2c
	Sept.	13.9b	11.0b	11.6a	11.0a	32.9b	26.1b	24.9a	24.9a
Petiole	Jan.	44.7a	40.9a	27.9a	14.6b	31.9a	32.5a	25.9a	12.7b
	May	24.5b	15.5c	8.6c	6.1c	21.0b	14.6c	9.3b	6.7c
	Sept.	27.2b	24.5b	22.6b	25.2a	23.2b	23.2b	22.1a	23.5a
Leaf+ Petile	Jan.	65.6a	56.0a	37.3a	20.6b	78.3a	67.6a	53.4a	33.3b
	May	37.5b	23.0c	13.0b	9.2c	56.5b	38.9c	23.7c	16.9c
	Sept.	41.1b	35.5b	34.2a	36.3a	56.1b	49.3b	47.0b	48.4a
Corm	Jan.	34.4b	44.0c	62.7b	79.4b	21.7b	32.4c	46.6c	66.7b
	May	62.5a	77.0a	87.0a	90.8a	43.5a	61.1a	76.3a	83.1a
	Sept	58.9a	64.5b	65.8b	63.7c	43.9a	50.7b	53.0b	51.6c
					1996				
Leaf	Jan.	19.6a	11.0b	4.0c	5.0c	36.0a	21.4a	7.8c	10.8b
	May	11.1c	8.5c	7.9b	6.9b	19.1c	15.4b	15.7b	14.4b
	Sept.	14.0b	12.3a	11.0a	10.3a	25.9b	23.7a	29.0a	31.3a
Petiole	Jan.	41.1a	31.7a	13.1b	8.6c	30.1a	31.2a	11.7b	9.7b
	May	18.9c	16.3c	14.0b	12.2b	16.1c	14.0c	13.7b	14.5ab
	Sept.	26.4b	25.5b	24.0a	20.3a	25.9b	25.6b	23.1a	18.8a
Leaf+ Petiole	Jan.	60.7a	42.7a	17.1b	13.5c	66.0a	52.6a	19.6b	20.4b
	May	30.0c	24.8b	21.9b	19.1b	35.2c	29.4b	29.4b	28.9b
	Sept.	40.4b	37.8a	35.0a	30.6a	51.8b	49.3a	52.0a	50.1a
Corm	Jan.	39.3c	57.3b	82.9a	86.5a	34.0c	47.4b	80.4a	79.6a
	May	70.0a	75.2a	78.1a	80.9b	64.8a	70.6a	70.6a	71.1a
	Sept.	59.6b	62.2b	65.0b	69.4c	48.2b	50.7b	4.0b	49.9b

[Z] MAP: Month after planting.

[Y] Means with the same letter within a column of a specific plant fraction in the same year are not significantly different at 5% level by LSD test.

討　論

經由本試驗得知，種植期對水芋植株各部位於各生長階段乾物質與氮素累積之表現有很大的影響，各具有特定的生長模式。作物如能保有適當的葉面積指數，即可維持較高的生長速率，本試驗中水芋植株在移植後初期之生長甚爲緩慢，但不同種植期之間仍有顯著差異，以1月種植期生長最慢，主要原因爲1月種植期種植後正逢冬季，在低溫及低日射量之環境下（圖1），植株無法充分利用光能

所致，在移植後第3個月起進入地上部生長旺盛期後，由於氣溫及日射量回升，植株地上部乾物質即快速增加（表1），生長速率並均高於其他種植期（表4），且一直持續到球莖快速膨大期初期（移植後第6個月）之後才開始遽降，而其球莖乾物重則是在移植後第5個月後才開始明顯增加，之後則一直以每月約1.5倍的速率急速成長，至成熟期其球莖乾物重爲所有種植期中最高（表1）；在移植後第3～5個月之間，所有種植期中以1月種植期之全株乾物重最高，1995年試驗可高達90％以上，而1996年試驗也在66％以上（表3），其中以移植後第4～5個月間的增加速率最快（表4），於此期間所累積的乾物質主要集中於地上部營養器官，兩年試驗各約佔全株乾物重之66％及61％，進入球莖快速膨大期（移植後第6個月）以後，大量的乾物質從地上部移轉到球莖，至成熟期時分配到地上部的乾物質已不到20％（表6）。5月種植期由於種植時正好進入夏季，氣溫及日射量較高（圖1），故生長初期水芋植株的生長較1月種植期爲快，此優勢一直維持到地上部生長旺盛期中期（表1），之後地上部乾物質增加的速率變緩（表4），至移植後第5個月時，地上部乾物重已不如1月種植期，進入球莖快速膨大期（移植後第6個月）以後，地上部乾物重即大幅降低，而其球莖乾物重則是在移植後第4個月即明顯增加，至移植後第5個月時其球莖乾物重並爲所有種植期中最高，但隨後增加速率變緩，至成熟期球莖乾物重不如1月種植期（表1）；在生長初期至地上部生長旺盛期之間，5月種植期地上部之乾物重達40％左右（表3），其中以移植後第4～5個月間的生長速率最快（表4），於此期間累積於地上部營養器官的乾物質約佔全株乾物重之30～38％，進入球莖快速膨大期後，分配到球莖之比例逐漸提高，至成熟期時分配到地上部的乾物質最多僅有19％（表6）。9月種植期正處夏末秋初，中部地區氣溫及日射量仍然很高，生長初期水芋植株生長較快（表1），到地上部生長旺盛期，因爲氣候進入冬季，氣溫及日射量變低（圖1），雖然地上部乾物重仍然增加，但增加速率變緩（表4），至移植後第5個月時，其地上部乾物重爲所有種植期中最低，進入球莖快速膨大期以後，乾物質並未降低反而持續生長，而其球莖乾物重則自移植後第4個月起明顯增加，但增加速率緩慢，至成熟期球莖乾物重低於其他兩個種植期（表1）；9月種植期以移植後第1～2個月間的地上部乾物重增加速率最快（表4），但在生長初期至地上部生長旺盛期之間，9月種植期之地上部乾物重增加比例最多也不過51％而已（表3），於此期間累積於地上部營養器官之乾物質約佔全株乾物重之40％左右，進入球莖快速膨大期後，雖然地上部乾物質開始移轉到球莖，但比例相當有限，至成熟期時分配到地上部的乾物質仍至少在31％以上（表6）。

水芋各種植期在生育期間的氮素累積與乾物質累積有類似的表現，在移植後生長初期氮素含量甚微，至移植後第2個月（5、9月種植期）以及進入地上部生長旺盛期（1月種植期）以後，累積速率才明顯增高（表2），並以1月種植期地上部氮素累積速率最快，而9月種植期最慢（表4）；隨著植株成長進入球莖快速膨大期，1月及5月種植期地上部的含氮量大幅降低，但9月種植期的地上部總含氮量仍然持續上升（表6）；在生長初期至地上部生長旺盛期之間，爲1月及5月種植期氮素累積最快之時期，並在接近於移植後第5個月時達到高峰（表2），這段期間其地上部及球莖氮素累積量佔地上部生長旺盛期含氮量之比值並以1月種植期最高（表3），而9月種植期則在移植後第2個月時之地上部氮素累積速率最高，之後植株各部位之含氮量均以緩慢固定的速率增加（表4），至成熟期時其地上部總含氮量佔全株分配比例高於1月及5月種植期，但球莖含氮量佔全株之分配比例則爲所有種植期中最低（表6）。

綜合本試驗各項結果，由於不同種植期間環境氣象條件的變化不同，尤其是氣溫及日射量之影響，故明顯造成水芋植株氮素同化及分配的不同。移植後第3~5個月爲水芋植株地上部器官累積乾物質與氮素的重要時期，在此期間以1月種植期地上部葉片及葉柄的乾物質與氮素累積速率最快，故能累積最高的乾物質與氮素量，以因應之後球莖膨大充實所需，此係1月種植期在成熟期可獲得最高球

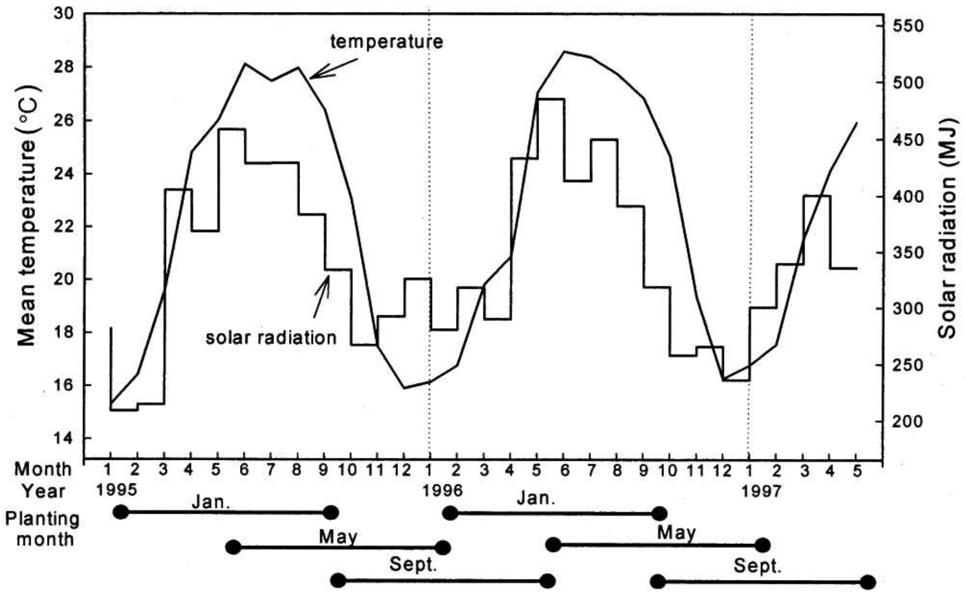

圖1. 1995年1月至1997年5月試驗期間在農業試驗所的每月平均日溫及累積日射量之變化。

Fig. 1. Daily mean temperature and monthly solar radiation at Taiwan Agricultural Research Institute, from January 1995 to May 1997.

莖產量之主要原因。至於9月種植期，則一方面因爲地上部生長旺盛期乾物質與氮素累積速率甚爲緩慢，氮素供源嚴重不足，，另一方面也由於進入球莖快速膨大期以後地上部乾物重及氮素含量仍持續上升，表示在球莖快速膨大期葉片及葉柄仍然也還是氮素積儲器官，故導致成熟期之產量降低。5月種植期乾物質與氮素累積的生長特性，與1月種植期的表現頗爲相似，惟在地上部生長旺盛期地上部的累積速率較低，導致成熟期之球莖產量較1月種植期爲低。由於水芋乾物質與氮素累積在不同種植期間之生長特性差異，一般而言，5月種植期較9月種植期應該可以獲致較高的球莖產量，但5月種植期在地上部生長旺盛期間容易遭受颱風之異常氣候影響而可能減產。故經由調整種植時間，對穩定水芋球莖產量將有助益。

分析土壤及植株組織的含氮量，可作爲決定芋氮素需要量的指標。但是哪一種分析方法比較有效，端視栽培方式而定。旱芋栽培則可以利用分析土壤含氮量，再配合氮肥試驗以估算出氮素需要量。但是水芋栽培下氮素會經由滲漏及脫氮作用而流失，因此利用土壤氮素含量來測定氮素利用性並不可靠，必須利用組織分析[16]。芋地上部沒有眞正的莖，是由葉鞘包被著的圓筒狀假莖，這種葉鞘實際上是葉柄，與每一葉片中心下端相連，故通常都會同時以葉片及葉柄的氮含量，來表示出芋作物的氮素狀態[10,17]。檳榔心芋的葉柄呈綠色，也可行光合作用，和葉片一樣是水芋植株在地上部生長旺盛期間的主要器官。根據本試驗結果，不同種植期對水芋各生長階段地上部營養器官分配至葉片及葉柄的乾物質分配比例與氮素累積分配比例，都沒有明顯的影響；水芋植株地上部營養器官所累積的乾物質約有三分之一分配於葉片，三分之二分配於葉柄，而氮素累積分配比例大致上都是以約十分之六分配於葉片，而十分之四分配於葉柄（表6）。由此也可見，氮素含量有優先集中於葉片的趨勢，與乾物質的表現不相同。其他根莖類作物之甘藷植株在不同期作間亦以葉片含氮率最高，葉柄其次(2)。

芋之氮素含量往往會隨著植株生長而改變，除此，也會因氮肥施用量而異[9,12,17]。瞭解水芋植株在

不同生育階段所吸收的氮素量，可以提供肥培管理所需之重要參考資料。本試驗是以每公頃700公斤氮肥量，平均分爲七等分，分於移植前及移植後每隔一個月施用。以1995年試驗爲例（表2），在移植後第3個月，1、5、9月種植期分別每月單株地上部累積254、987、564毫克的氮素，即每公頃各12、47、27公斤，在移植後第5個月，1、5、9月種植期分別每月單株地上部累積1982、1705、892毫克的氮素，即每公頃各94、81、42公斤，皆少於100公斤；1996年試驗結果也相同。由此明顯可知，即使在施以最適當的氮肥下，事實上僅有相當少量氮素供爲芋植冠的生長，此與De la Pena and Plucknett [8]之菲律賓旱芋氮肥試驗與Mohankumar and Sadanandan [15]之印度旱芋氮磷鉀肥料試驗所獲結論看法一致；而且芋球莖在收穫期所累積的氮素亦是相當少量，無論球莖產量多寡，每公頃累積氮素量均低於144公斤（表2中球莖最高累積氮素發生於1996年試驗1月種植期之成熟期，其單株含氮量高達3015毫克），但是球莖產量和氮素總吸收量間的關係不一定存在，因爲不同生長環境存在有高度的變異性[14]，同時Jacobs and Clarke[13]之旱芋氮肥試驗也證實多施氮肥僅能提高葉片、葉柄及根部乾物重，卻不能增加球莖乾物重。顯然，若不包括生長期枯萎葉片及其他腐敗組織所損失之氮素含量，僅就地上部及球莖所吸收氮素量而言，芋植株對氮素需求量並不高，而此處水芋所施用的氮肥施用量可能遠超過其實際需求量。一般而言，在適宜的生長環境中，芋可具有較大的葉面積，並在球莖累積多量的乾物質，而爲了維持高產，作物則需要施用大量的氮肥。然而，施用過量的氮肥雖有利於芋之地上部生長，但同時也降低了球莖所累積的同化產物分配比率。但爲抵銷湛水狀態下所流失的部份氮肥，通常水芋栽培都會施以高氮肥用量[14]。雖然氮素對芋之植株生長及產量扮演著關鍵性角色，但是究竟應該施用多少氮肥才是最適當的？氮肥與種植期之間的交感作用是否存在？有關這方面的知識及資訊至今仍不完整，而且芋葉片及葉柄氮素含量與氮肥用量間的關係，除生長期外，還受到栽培方式的影響[8,14]，即旱芋及水芋之氮肥需求也不相同[7]。在瞭解了不同種植期對水芋乾物質與氮素累積性狀之影響後，未來仍將繼續就不同種植期下氮肥用量對水芋及旱芋之效應影響、球莖快速膨大期間氮素吸收與再轉運變化的差異等課題做更深入之探討，以期能從氮素利用差異的改善來提高芋作物之生產力。

誌　謝

本研究承蒙行政院國家科學委員會補助經費（NSC85-2321-B055-005, NSC86-2321-B055-002, NSC87-2321-B055-003），特此誌謝。

引用文獻

1. 朱德民。1988。作物生產過程。國立中興大學教務處出版組印。
2. 李良。 1981。 不同期作對甘藷生長收量及品質之影響。科學發展月刊9:693-706。
3. 陳烈夫。 1996。 水芋收穫指數與乾物質生產分配之關係。中華農業研究 45：174-185。
4. 陳烈夫、呂椿棠、呂秀英。 1998。 水芋在不同栽培季節之生長分析。中華農業研究 47：220-241。
5. 黃賢喜、韓青梅。1994。III、根及莖類，第20章。1667-1714頁，雜糧作物各論（蔡文福主編）。台灣省雜糧發展基金會。台北。
6. 戴順發、韓青梅。1991。水芋氮鉀肥施用效應。 興農 267：40-42。
7. 魏夢麗、呂秀英。 1997。 芋的氮肥需求。 農業試驗所技術服務 31:20-22。
8. Cla Pena, R. S., and D. L. Plucknett. 1972. Effect of nitrogen fertilization on the growth, composition, and yield of upland and lowland taro *(Colocasia esculenta)*. Expl. Agric. 8:187-194.
9. Doll, E. C., D. R. Christenson, and A. R. Wolcott. 1971. Potato yields as related to nitrate levels in petioles and soils. Amer. Potato J. 48:105-112.
10. Dow, A. I., and S. Roberts. 1982. Proposal: Critical nutrient ranges for crop diagnosis. Agron. J. 74:401-403.
11. uncan, W. G., D. E. McCloud, R. L. McGraw, and K. J. Boote. 1978. Physiological aspects of peanut yield improvement.

Crop Sci. 18:1015-1020.

12. Gardner, B. R., and J. P. Jones. 1975. Petiole analysis and nitrogen fertilization of Russet Burbank potatoes. Amer. Potato J. 52:195-200.

13. Jacobs, B. C., and J. Clarke. 1993. Accumulation and partitioning of dry matter and nitrogen in traditional and improved cultivars of taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) under varying nitrogen supply. Field Crops Res. 31:317-328.

14. Manrique, L. A. 1994. Nitrogen requirements of taro. J. Plant Nutrition 17:1429-1441.

15. Mohankumar, C. R., and N. Sadanandan. 1990. Nutrient uptake pattern in taro as influenced by varying levels of NPK fertilization. J. Root Crops 16:92-97.

16. Mohankumar, C. R., and N. Sadanandan. 1991. Changes in the NPK status of the soil as affected by continuous cropping and levels of NPK application on taro in Ultisol. J. Root Crops 17:73-74.

17. Walworth, J. L., and J. E. Muniz. 1993. A compendium of tissue nutrient concentrations for field-grown potatoes. Amer. Potato J. 70:579-597.

Effect of Planting Seasons on Accumulation of Dry Matter and Nitrogen in Wetland Taro [*Colocasia esculenta* (L.) Schott][1]

Lit-Fu Chan[2], Chun-Tang Lu[3], Meng-Li Wei[3] and Hsiu-Ying Lu[3]

Summary

The purpose of this study was to investigate the effect of planting seasons on the pattern of dry matter and N accumulation for wetland taro. Field experiments were conducted in the January, May and September crops of 1995-1996. The amount and rate of dry matter and N accumulated were measured in different plant fractions during the whole growth periods. The accumulation of dry matter and N were strongly modified by planting seasons and plant age. Dry matter and N accumulated in the top (leaf and petiole) at the vigorous top-growth stage during the 3-5 months after planting was the determinant of biomass production of wetland taro. As a result of higher temperature and solar radiation at the vigorous top-growth stage, dry matter and N were substantially accumulated more rapid in the January crop. This resulted in greater source efficiency and rapid corm bulking, in favor of the yield at the maturity stage. When planting taro in September, low temperature and low solar radiation at the vigorous top-growth stage decreased the rate and amount of dry matter and N accumulation, moreover, dry matter and N accumulated in the top still increased at the corm rapid-bulking stage. This resulted in poor yield at the maturity stage. The May and January crops had similar pattern in the accumulation of dry matter and N, but the accumulation rate in May crop was slower than that in January crop. The relative ratio of accumulation rates between N and dry matter in the top at the vigorous top-growth stage remained the same among the different planting seasons. Planting seasons and plant age showed no significant effect on the partition ratio of dry matter and N accumulated by different above-ground organs. The results showed that about 1/3 of the plant dry matter in the top was distributed to leaves, and 2/3 to the petioles. For the total N content in the top, about 6/10 was accumulated in the leaf, and 4/10 in the petiole.

Key words: Taro, Planting seasons, Dry matter accumulation, Nitrogen accumulation, Vigorous top-growth stage.

---

1. Contribution No.1990 from Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture.
2. Research Assistant, Office of Farm Management, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Respectively, Assistant Agronomist, Assistant Agronomist and Senior Statistician, Department of Agronomy, TARI,Wufeng,Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 47(3): 47～64 (1999)

期作間水芋全生育期光合成物質生產之比較[1]

魏夢麗[2] 陳烈夫[3] 呂椿棠[2] 呂秀英[2]

摘要：本試驗於1995及1996年分別於本省最適（1月）及較不適宜（7月）之栽種季節下種植水田檳榔心芋，自移植起每月各取樣一次，直到移植後第8個月收穫止，測定水芋生育全期植株各部位的乾物重、全氮與非構造性碳水化合物(TNC)濃度及含量的變化情形，以明瞭期作間產量差異的原因，並探討造成水芋產量降低的主要限制因子。水芋植株各部位在全生育期間皆以葉片的氮素濃度最高，而TNC濃度以球莖爲最高，葉柄也具有貯存碳水化合物的功能。1月種植期在地上部生長旺盛期的溫度及日射量較高，故行光合作用的地上部營養器官能提供預貯光合成產物的能力強，同時於球莖快速膨大期轉移至球莖積儲之氮素轉流量較高，地上部可有較多的預貯TNC以供球莖充實，若不考慮呼吸作用之消耗，地上部營養器官TNC最高可貢獻13～19％之球莖TNC，因此收穫產量較高。而7月種植期產量降低的主要原因，爲地上部生長旺盛期間的氣溫降低且日射量減少，導致光合成產量不足，同時其轉運分配至球莖的效率低且時間短，故乾物質及碳水化合物不足以提供移植後第6個月以後的球莖快速充實膨大所需，直到收穫止，其球莖乾重、氮素及TNC佔有全株之比例都未有明顯增加。

關鍵詞：芋、種植期、乾物質、氮素、非構造性碳水化合物。

前　言

本省氣候溫暖，雖全年均可栽種芋作物，但由以往研究試驗報告(3)中發現氣象變化差異之影響，中部地區以1月份爲最適合栽種水芋（水田檳榔心芋）之季節，而7月份種植則較爲不適宜。這是由於1月種植芋作物時，植株生育期於地上部生長旺盛期間，適逢高溫及高日射量，故能累積較高的乾物質與光合作用產物，以因應之後球莖快速膨大充實所需，致使成熟期可獲致較高的球莖產量；反之，7月種植期則因爲地上部生長旺盛期間逢低溫及低日射量，乾物質與光合作用產物累積速率甚爲緩慢，供源呈現不足，故導致成熟期之產量降低。

7月種植期水芋之光合成物質生成量是否不足以供應植株的需求，及其是否爲低產的主要原因，則仍缺乏瞭解。一般在探討禾穀類作物產量的限制原因，可由三方面來分析：(一)植株開花後的同化作用能力可能限制產量，(二)產量可能爲穗部的儲蓄能力所限制，(三)轉運系統轉同化物質的能力，可能在積儲(sink)與供源(source)之間受到某些限制(11)。Muchow and Wilson (16)發現，有些高粱品種的產量完全受供源所限制，而部份品種則受到積儲與供源兩者限制。本省水稻一期作之積儲容積爲產量限制

1. 行政院農業委員會農業試驗所　研究報告第 1991 號。
2. 本所農藝系助理研究員、助理研究員及研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 本所農場管理室助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

因子，二期作則積儲與供源並爲限制因子[1]。芋爲多年生宿根性作物，收穫部位爲球莖，球莖的生長於植株生育初期即已開始，此與一般禾穀類作物不同。當球莖開始形成時，球莖和頂端的新葉就變成積儲，且二者在整個生育期中佔有相當長的時間，而地上部可行光合作用的葉片及葉柄即變成供源。如果供源無法充分分配供給時，則球莖與梢頭部新葉之間發生相互競爭光合產物，所以在芋球莖生長中供源與積儲的關係較禾穀類複雜。

乾物質的累積與非構造性碳水化合物（total nonstructural carbohydrates, TNC）的生成爲植物光合作用之直接結果；芋作物將太陽能轉變成化學能的能力如何，有必要加以瞭解。非構造性碳水化合物又稱爲有效性碳水化合物，可直接參與代謝轉移、貯藏及構成組織等作用，對絕大多數的作物而言，TNC更是植株生長和發育的主要能量能源。氮素爲構成植物蛋白質與葉綠素的主要成分之一，與各項生理活性均有密切關係，尤其在光合作用方面，更受氮素營養的直接影響。對水稻而言，期作間TNC及氮素分佈與累積的差異，可能是引起二期作低產的重要因子[8]，而就植株的TNC含量與轉移效率進行比較，當更具意義[5]。Tsai et al.[19]認爲玉米籽粒容納含氮化合物總量的多少與產量有相關性，亦即氮生產量與碳水化合物生產量有關。陳等[3]指出氮素對水芋之植株生長及產量扮演著關鍵性角色，芋之氮素含量往往會隨著不同生育期及期作而改變。但是球莖產量和氮素總吸收量間的關係不一定存在，因爲不同生長環境存在有高度的變異性[14]。此外，Jacobs and Clarke[12]之旱芋氮肥試驗也證實多施氮肥僅能提高葉片、葉柄及根部乾重，卻不能增加球莖乾重。在陳等的試驗研究報告發現[4]，若不包括生長期枯萎葉片及其他腐敗組織所損失之氮素含量，僅就地上部及球莖所吸收氮素量而言，芋植株對氮素需求量並不高。但爲了可具有較大的葉面積，並在球莖累積多量的乾物質，芋作物需要施用大量的氮肥，尤其是水芋，爲了抵銷湛水狀態下所流失之氮素，往往需施用高氮肥[9]。由此看來，顯然水芋氮素同化作用與產量之間的關係並不單純。

因此本研究進一步測定最適（1月）及較不適宜（7月）之栽種季節下水芋全生育期植株各部位乾物質、全氮與TNC累積性狀的變化差異，以瞭解期作間產量差異的原因，及探討水芋產量降低的主要限制因子，提供爲增加水芋產量之參考。

材料與方法

本研究以臺灣地區栽培最廣的地方品種檳榔心芋爲試驗材料；田間栽培試驗在農業試驗所之田區進行，分別於1995年及1996年之1月12日及7月12日各種植一次，爲期兩年。每一種植期重複四次，行株距70×30公分，每行25株，每重複種植8行共200株。本試驗以水田栽培方式種植，整地方法與種植水稻時相同。自種芋田選取子芋，秤重後取35±10公克之芋苗，爲防治軟腐病，先以50%免賴得可濕性粉劑1000倍液浸漬60分鐘並陰乾後再逢機種植於試驗田區。種植後田間保持淺水3-5公分，生育期間前七個月田間經常保持淹水狀態，以後則僅維持土壤濕潤狀態。

肥料爲硫酸錏、過磷酸鈣及氯化鉀，氮、磷、鉀三要素每公頃施用量各爲700、200及600公斤[7]。平均分爲七等分於移植前及移植後每隔一個月施用一次。生育期間之雜草控制，在種植後1至3天每公頃施用5%丁基拉草粒劑30公斤，並保持3至5公分淺水3天，種植後一個月再以同量施用一次，爾後則視田間雜草及子芋產生數量適時拔除，以免影響水芋正常生長。病蟲害防治則依實際情況適時防治(參閱農林廳編-植物保護手冊)，其他管理方法則依一般慣行法行之。

移植後每一個月自各重複中逢機選取3株生育正常的植株，四重複共取樣12株，每一植株區分爲葉片、葉柄及球莖等部位，分別置於送風乾燥箱中以80°C烘乾72～96小時後，秤量乾物重，隨後經40目篩Wiley mill磨粉，供化學分析用。氮素濃度依照semi-micro Kjeldahl 法測定。TNC濃度之測定依照Smith[18]法進行，將磨粉樣品於40℃下以takadiastase（主要是amylase，美國Miles Laboratories, Inc. 出品）

水解44 小時，然後再依Shaeffer-Somogyi 的 Copperiodometric法測定還原醣。氮素和TNC含量，均以其濃度值與乾物重之乘積來估算。

芋作物全生育期均處於營養生長狀態，並無明顯的外觀型態差異可供區分生育時間，但從過去研究結果發現，水芋生長依其植株各部位乾物質生產分配的趨勢，亦可大致將其區分爲生長初期（移植後第1～2個月）、地上部生長旺盛期（移植後第2～5個月）、球莖快速膨大期（移植後第5～7個月）及成熟期（移植後第8個月或更長時間）等四個生長階段[2]。因此本試驗每一種植期每月各取樣一次，到移植後第8個月爲止，共調查8次，以詳細調查水芋在各生長階段乾物質、氮素與TNC累積性狀的變化。

結　果

圖1爲1995年1月至1997年4月在農業試驗所各月份之每月平均日溫(℃)及累積日射量(MJ)之變化。試驗期間兩期作氣象環境迥然不同，同一期作不同年度之間則氣象變化一致。平均氣溫方面，1月種植期水芋生長初期正是冬末春初，氣溫較低，在15~18℃之間，之後溫度逐漸上升，到移植後第5個月（6月）時之水芋生長中期的氣溫達到最高，在移植後第5～7個月（6~8月）間之平均日溫約在28℃左右，隨後氣溫開始下降，到移植後第8個月（9月）採收時的平均日溫約爲25℃；7月種植期水芋生長初期正是夏季，氣溫甚高，但隨後氣溫便快速下降，在移植後第5個月（12月）時之水芋生長中期的氣溫達到最低，隨後溫度緩慢上升，到移植後第8個月（3月）採收時的平均日溫爲20℃。累積日射量方面，1月種植期水芋生長初期日照較少，進入生長中期後則日照充足，日射量大致維持在350~500MJ之間；7月種植期水芋生長初期的日射量雖然較多，但隨後因爲入冬，日射量明顯降低，生長中期到收穫止的日射量約在230～340MJ之間。

1995及1996兩年試驗於1月及7月不同種植期下水芋生育期間植株各部位乾物重之變化，列於圖2。期作間的生長曲線變化有很大之差異，但同一期作不同年度之間曲線的升降趨勢表現一致。惟1月種植期於移植後第6個月起之地上部乾物重在不同年度間的差異較大，是因爲1996年試驗期間連續遭受5月下旬之中度颱風凱姆(CAM)及7月下旬強烈颱風賀伯(HERB)來襲，造成芋植株地上部嚴重傷害，致使1996年試驗植株地上部乾物重較1995年試驗結果爲低（圖2）。水芋植株在移植後葉片乾重即開始增加，1月種植期之生長初期的葉片乾重增加速率並不如7月種植期，但在移植後第3個月起，1月種植期的葉片乾重迅速增加，至移植後第5個月時達最高值後才急速下降；7月種植期水芋植株在生長初期雖然葉片乾重增加迅速，但自移植後第3個月起，葉片乾重之增加便開始變緩，並一直保持著緩慢速率漸增，到移植後第8個月收穫止都未有明顯高峰值；在移植後第4～6個期間，1月種植期的葉片乾重都較7月種植期爲高（圖2-A）。水芋的葉柄乾重隨生育時間之變化趨勢，與葉片相似，雖然1月種植期的葉柄乾重在生長初期低於7月種植期，但自移植後第3個月起即快速增加，到移植後第6個月時達高峰值後則急速下降；7月種植期的葉柄乾重在生長初期增加迅速，但到移植後第3個月起則以極緩慢速率持續增加，直到移植後第8個月收穫時都未見有明顯高峰值；在移植後第4～6個月期間，1月種植期的葉柄乾重都較7月種植期爲高（圖2-B）。由於水芋植株在移植後之生長初期主要以新葉的生成爲主，球莖純粹處於消耗狀態，故球莖乾重不增反降，自移植後第2個月起球莖乾重才開始緩慢增加，且不同種植期間的增加速率並未有明顯差異，至移植後第5個月起1月種植期的球莖乾重開始急速增加；而7月種植期的球莖乾重在移植後第2～8個月期間都是以緩慢速率增加，其速率遠低於1月種植期（圖2-C）。

水芋兩年試驗於1月及7月不同種植期下生育期間植株各部位氮素濃度之變化，列於圖3。水芋植

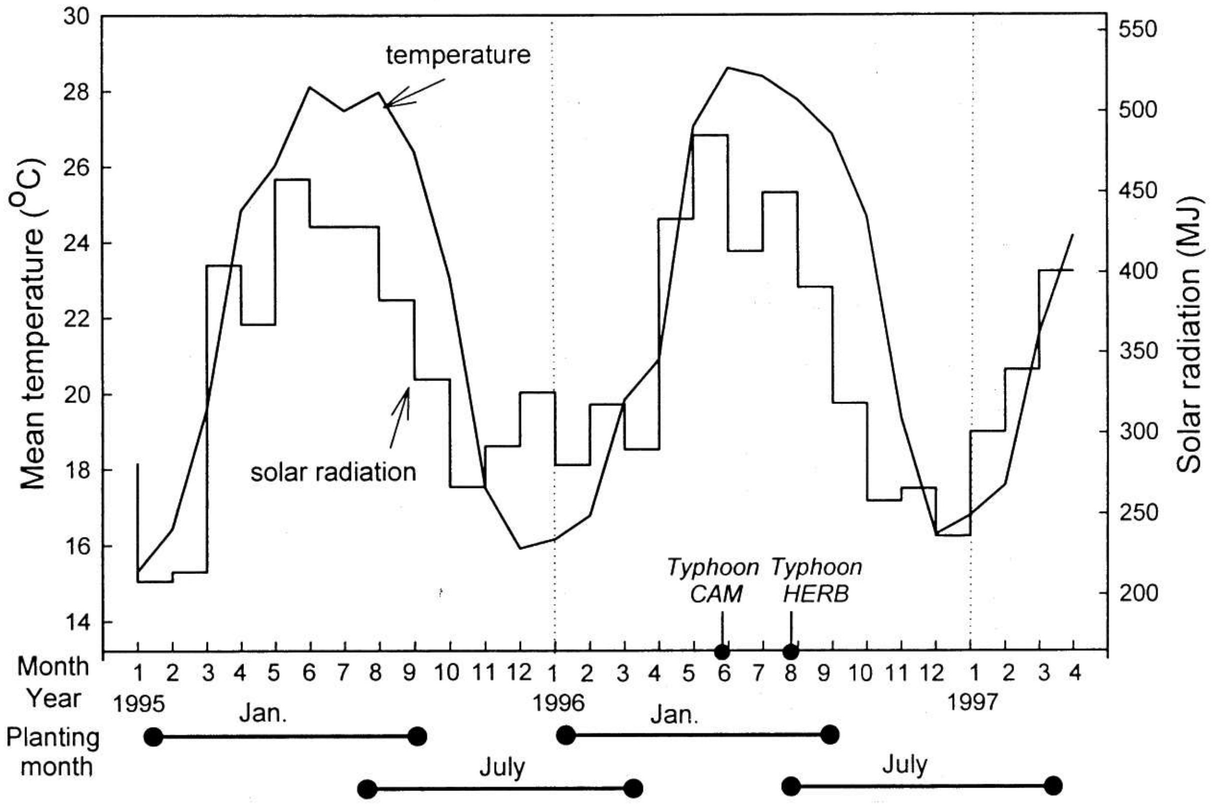

圖 1. 1995年1月至1997年4月試驗期間在農業試驗所的每月平均日溫及累積日射量之變化。

Fig. 1. Daily mean temperature and monthly solar radiation at Taiwan Agricultural Research Institute fromJanuary 1995 to April 1997.

株各部位在全生育期間皆以葉片的氮素濃度最高（3.8~5.7%），葉柄與球莖則相近（0.6~3.1%）。水芋植株各部位的氮素濃度在移植後第3個月之前，期作及年度之間變化呈較大的差異；隨後在各生育期間到收穫爲止，1月種植期在不同期作及年度的變化都趨於一致，沒有太大的起伏變動，葉片維持在3.8~4.5%之間（圖3-A），而葉柄與球莖則爲1.0~2.2%（圖3-B,C），但7月種植期的葉片及葉柄之氮濃度在移植後第5個月以後，則似乎呈逐漸緩慢下降（圖3-A,B）。到成熟收穫時，兩種植期之葉片氮濃度仍有4%左右（圖3-A），這是因爲芋在生長後期雖然大的老葉已老化脫落，但同時小的新葉則持續生成。

水芋兩年試驗於1月及7月不同種植期下生育期間植株各部位氮素含量之變化，列於圖4。期作間的氮素含量變化有很大之差異，但同一期作不同年度之間氮素含量趨勢表現一致（除了1996年於移植後第6個月起由於連續颱風侵害，其地上部氮素含量顯然較1995年試驗結果爲低）。水芋植株在移植後葉片氮素含量隨生長時間增加， 1月種植期之生長初期的葉片氮素含量雖低於7月種植期，但自移植後第3個月起，1月種植期的葉片氮素含量便快速增加，至移植後第5個月時達最高值後才急速下降；7月種植期水芋植株在生長初期雖然葉片氮素含量增加很快，但自移植後第3個月起，葉片氮素含量之增

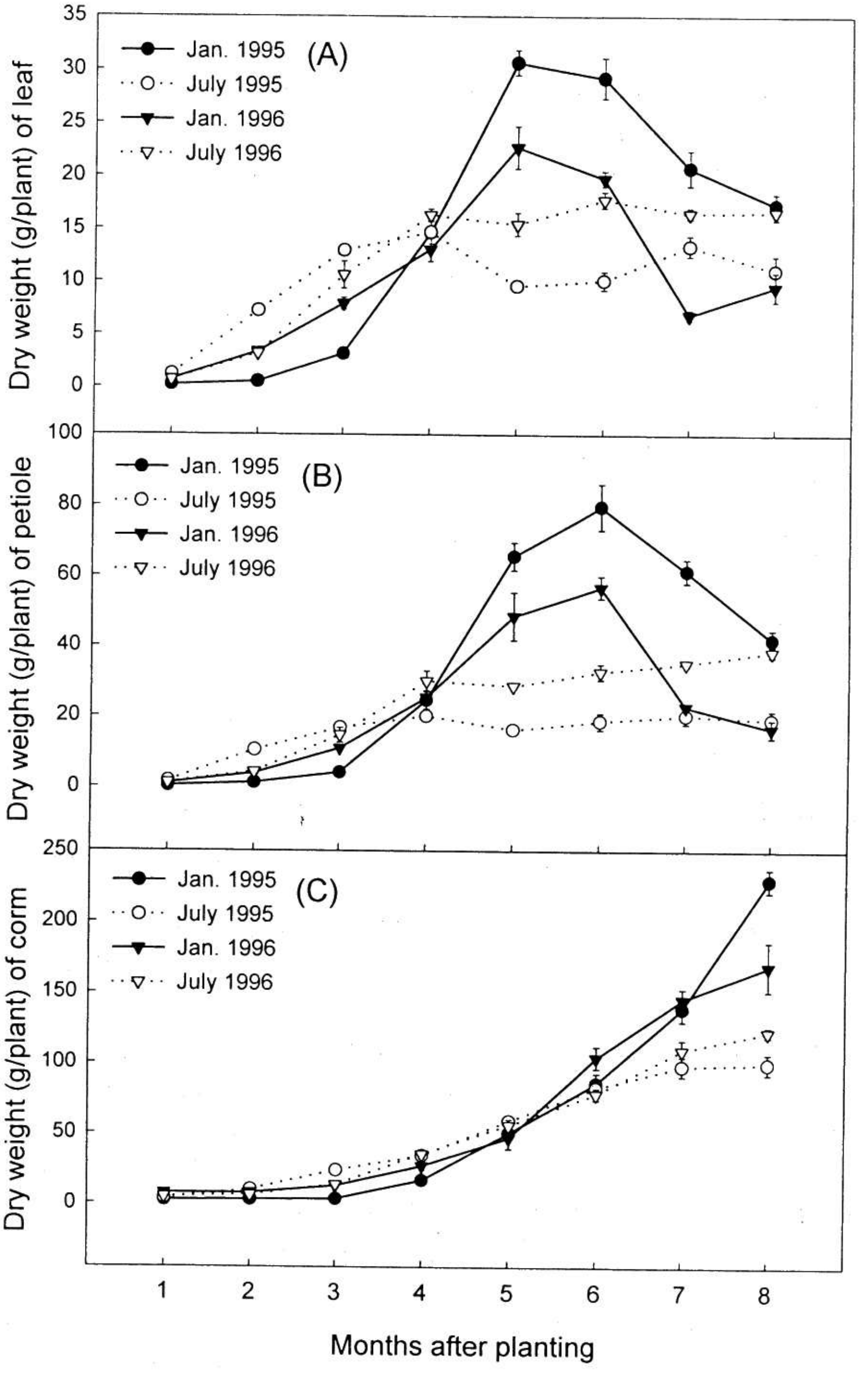

圖 2. 不同期作水芋(A)葉片, (B)葉柄及(C)球莖乾重在全生育期間之變化。

Fig. 2. Changes in the dry weight of (A) leaf, (B) petiole and (C) corm of wetland taro during plant development under different crop seasons.

加變緩，直到收穫止，都未呈現明顯高峰值；在移植後第4～6個月期間，1月種植期的葉片氮素含量都較7月種植期爲高（圖4-A）。水芋的葉柄氮素含量隨生育時間之變化趨勢，亦與葉片相似，雖然1月種植期的葉柄氮素含量在生長初期略低於7月種植期，但自移植後第3個月起即快速增加，到移植後第6個月時達高峰值後才急速下降；7月種植期的葉柄氮素含量在生長初期雖增加迅速，但自移植後第3、4個月起增加速率變得極爲緩慢，直到移植後第8個月收穫止，都未有明顯高峰值；在移植後第4～6個月期間，1月種植期的葉柄氮素含量均較7月種植期爲高（圖4-B）。水芋植株自移植後第2個月起球莖氮素含量增加，至移植後第5個月起，1月種植期的球莖氮素含量之增加變得更快速；7月種植期的球莖氮素含量在移植後均保持一定速率增加，但增加速率較1月種植期爲慢（圖4-C）。

水芋兩年試驗於1月及7月不同種植期下生育期間植株各部位非構造性碳水化合物(TNC)濃度之變化，列於圖5。水芋植株各部位在全生育期間皆以球莖的TNC濃度最高（50～93%），葉柄其次（15～41%），葉片最低（8～19%）。1月與7月種植期水芋葉片的TNC濃度，自移植後均開始下降，約在移植後第5個月時降至最低，隨後又緩慢漸增；在移植後第3～5個月期間，1月種植期之葉片TNC濃度明顯高於7月種植期（圖5-A）。水芋植株葉柄及球莖的TNC濃度有明顯的期作間差異，但同一期作不同年度間的表現趨勢相當一致。芋之葉柄具有貯存碳水化合物的功能，1月種植期的葉柄TNC濃度在移植後第2個月起急速增加，約在移植後第6個月時達到高峰後維持緩慢下降，但7月種植期在全生育期間大致穩定，並無明顯高峰值；在移植後第5~6個月期間，1月種植期之葉柄TNC濃度明顯高於7月種植期（圖5-B）。1月種植期水芋球莖的TNC濃度自移植後第3個月起由減少變爲增加，但7月種植期在移植後即維持極緩慢增加，至移植後第3個月起增加速率更緩，幾乎沒有太大的起伏變動；在移植後第6～8個月期間，1月種植期之球莖TNC濃度明顯高於7月種植期（圖5-C）。

水芋兩年試驗於1月及7月不同種植期下生育期間植株各部位TNC含量之變化，列於圖6。期作間的TNC含量變化有很大之差異，但同一期作不同年度之間TNC含量趨勢表現一致。水芋葉片TNC含量在移植後隨生長時間增加， 1月種植期之生長初期的葉片TNC含量雖低於7月種植期，但自移植後第3個月起，1月種植期的葉片TNC含量便快速增加，至移植後第5個月時達最高值後才開始減少（其中1996年試驗自高峰值後的下降速率甚快，是受到5月下旬及7月下旬颱風損害植株地上部之影響所致）；7月種植期水芋植株在生長初期雖然葉片TNC含量增加很快，但自移植後第3個月起，葉片TNC含量之增加反而變緩，直到收穫止，都未出現明顯高峰值；在移植後第4～6個月期間，1月種植期的葉片TNC含量都較7月種植期爲高（圖6-A）。水芋的葉柄TNC含量隨生育時間之變化趨勢，亦與葉片相似，雖然1月種植期的葉柄TNC含量在生長初期略低於7月種植期，但自移植後第3個月起即快速增加，到移植後第6個月時達高峰值後才急速下降；7月種植期的葉柄TNC含量在生長初期雖增加快速，但自移植後第3、4個月起的增加速率變緩，直到收穫止都未有明顯高峰值；在移植後第4～6個月期間，1月種植期的葉柄TNC含量均較7月種植期爲高（圖6-B）。水芋植株在移植後第2個月起球莖TNC含量增加，從移植後第5個月起，1月種植期的球莖TNC含量之增加變得更爲快速；7月種植期的球莖TNC含量在移植後均保持一定的緩慢速率增加，但增加速率較1月種植期爲慢（圖6-C）。

由以上結果得知，水芋植株各部位的乾物質、氮素含量與TNC含量在不同期作之間的變化趨勢均有很大之差異。1月種植期的葉片乾重、氮素含量及TNC含量自移植後第3個月起增加迅速，在移植後第5個月時達到最高值後才急速下降；然而7月種植期的葉片乾重、氮素含量及TNC含量自移植後第3個月起則一直維持著極緩慢的速率增加，直到收穫爲止，都未有明顯高峰值出現。葉柄的乾重、氮素含量及TNC含量在不同種植期間的變化曲線與葉片相似，惟1月種植期葉柄的高峰值出現在移植後第6個月。1月與7月種植期的球莖乾重、氮素含量及TNC含量在移植後第2個月起由減少變爲緩慢增加，

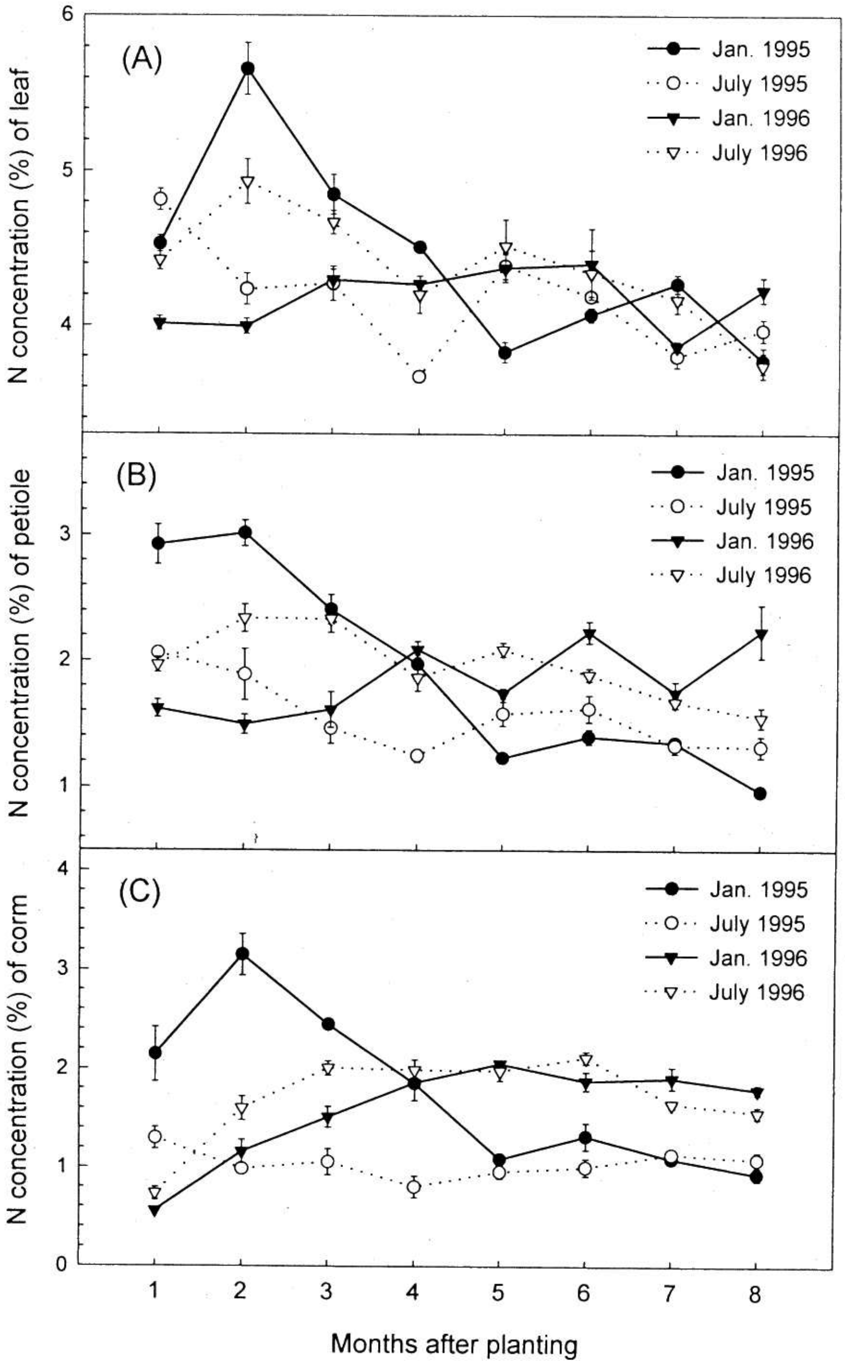

圖 3. 不同期作水芋(A)葉片, (B)葉柄及(C)球莖氮素濃度在全生育期間之變化。

Fig. 3. Changes in nitrogen concentration of (A) leaf, (B) petiole and (C) corm of wetland taro during plant development under different crop seasons.

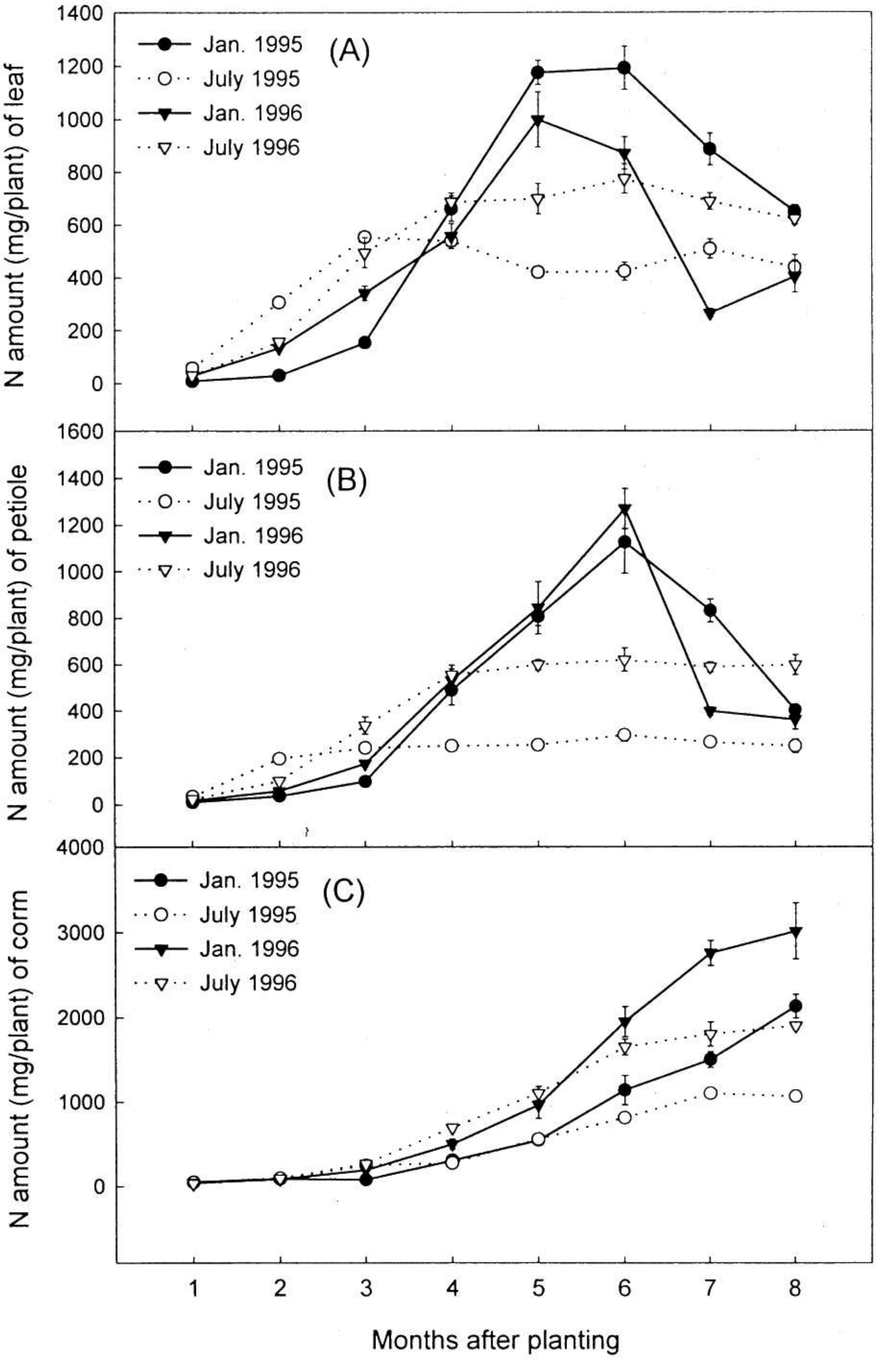

圖 4. 不同期作水芋(A)葉片, (B)葉柄及(C)球莖氮素含量在全生育期間之變化。

Fig. 4. Changes in the amount of nitrogen of (A) leaf, (B) petiole and (C) corm of wetland taro during plant development under different crop seasons.

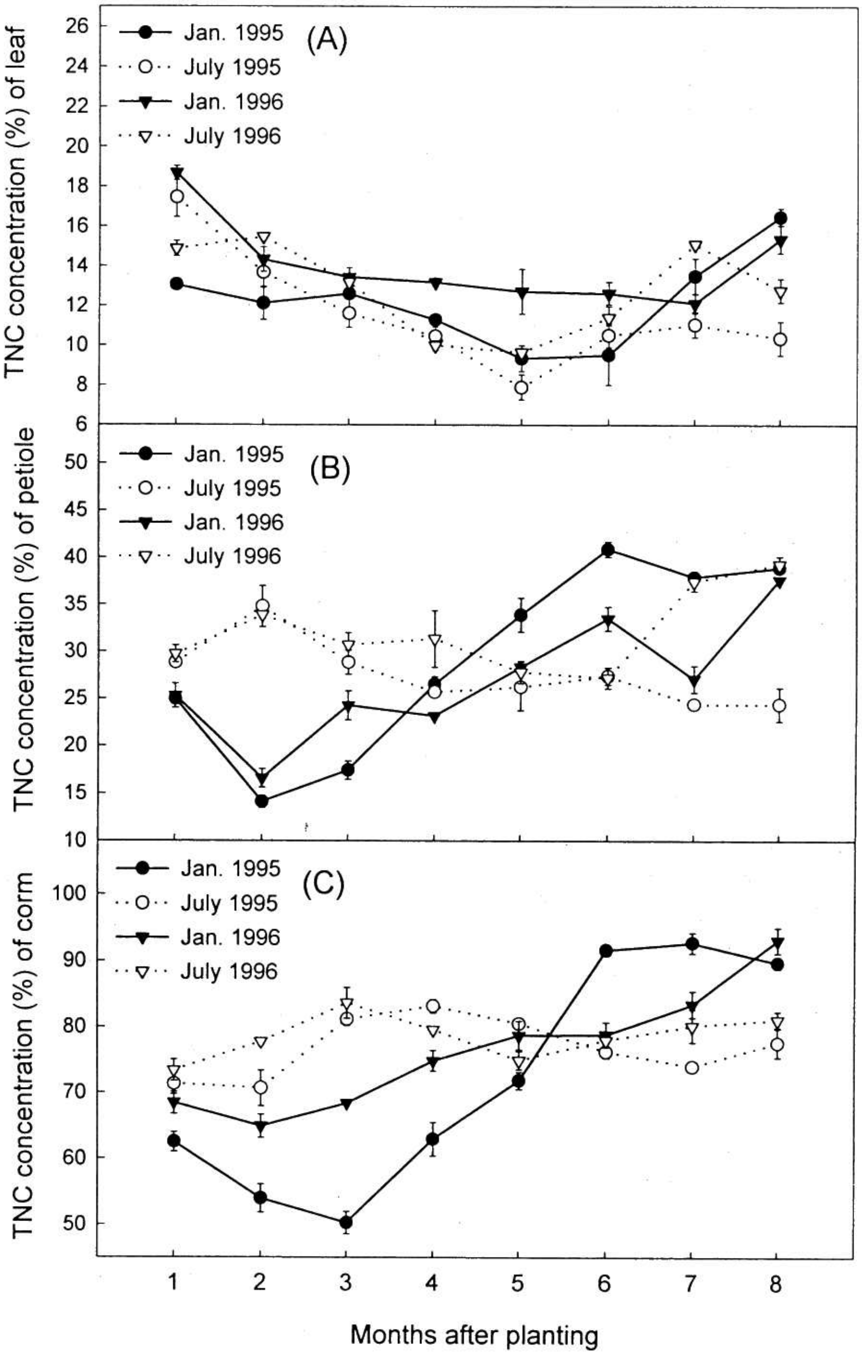

圖 5. 不同期作水芋(A)葉片, (B)葉柄及(C)球莖非構造性碳水化合物濃度在全生育期間之變化。

Fig. 5. Changes in total nonstructural carbohydrates concentration of (A) leaf, (B) petioleand (C) corm of wetland taro during plant development under different crop seasons.

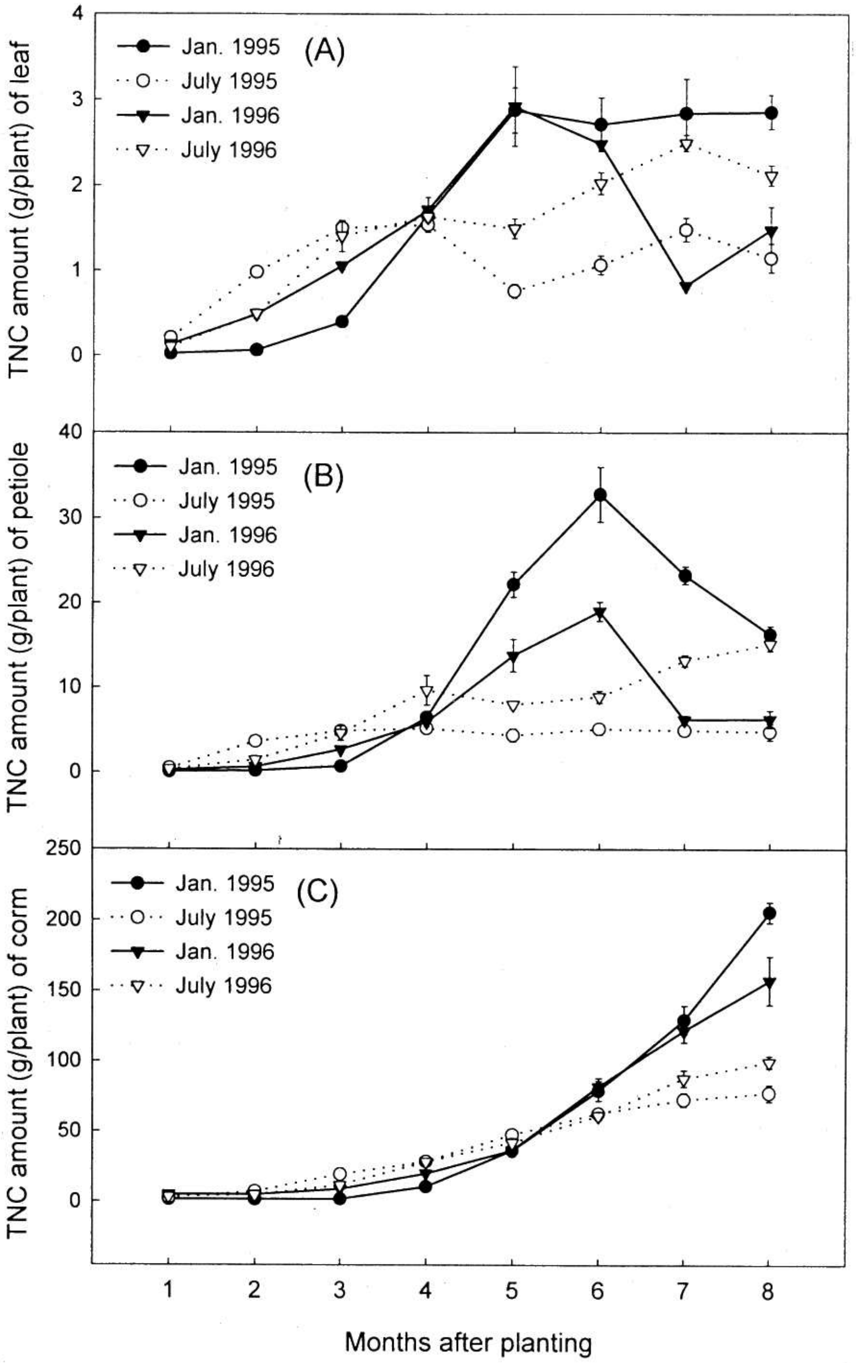

圖 6. 不同期作水芋(A)葉片, (B)葉柄及(C)球莖非構造性碳水化合物含量在全生育期間之變化。

Fig. 6. Changes in the amount of total nonstructural carbohydrates of (A) leaf, (B) petiole and (C) corm of wetland taro during plant development under different crop seasons.

自移植後第5個月起，1月種植期並開始遽增，而7月種植期則一直維持著緩慢速率漸增。因此可知，移植後第2、5、6、8個月應爲水芋光合成物質供需平衡關係產生變化的重要時間點。不同種植期下水芋植株不同部位之乾物質、氮素含量及TNC含量在這些時間區段間的變化差異，分別示於表1、2、3。

由表1顯示，以1月種植期而言，水芋植株總乾物重在生長初期甚低，兩年試驗均不到15公克，但在移植後第2～5個月之間則增加極爲迅速，兩年試驗每株各增加142.1及103.4公克乾物質，主要貢獻來自於地上部之快速成長，佔全株增加量之60%以上，其中並以葉柄之增加最多，該時期爲水芋全生育期間地上部乾物質增加最多的階段；在移植後第5～6個月期間，全株的乾物質增加量僅有50公克左右（兩年試驗各增加48.1及62.4公克），而以球莖乾物質生成量最多（增加量佔全株之75%以上），葉柄乾重增加量則僅有10公克左右，葉片乾物質反而減少；在移植後第6～8個月期間，地上部葉片及葉柄之乾物質均大幅減少，而球莖則快速膨大，該時期爲水芋全生育期間球莖乾物質增加最多的階段。至於7月種植期，亦以移植後第2～5個月間之全株乾物質總生成量爲最多，在此地上部生長旺盛期的階段中，其球莖乾物質增加量與1月種植期相近（1995年試驗），甚至更高（1996年試驗），但地上部葉片及葉柄之乾物質增加量卻明顯地較1月種植期爲低，僅佔全株總增加量之42%不到（1996年試驗），甚至只有15%（1995年試驗），此顯示7月種植期由於生長季節氣候之不利影響，水芋植株地上部的生長受到限制；在移植後第5～8個月期間，地上部葉片及葉柄之乾物質增加量持續變少，甚至呈耗損狀態，同時球莖之增加亦變緩，故全株乾物質之總增加量隨之降低。

表 1. 不同種植期下水芋植株各部位於不同生長階段之乾重(g/plant)變化

Table 1. Changes in the dry weight (g/plant) for the different plant fractions of wetland taro at different growth stages under different planting seasons

Planting month	Interval of MAP[z]	1995				1996			
		Leaf	Petiole	Corm	Totel	Leaf	Petiole	Corm	Totel
Jan.	0 - 2	0.5	1.2	2.9	4.6	3.4	3.9	7.7	14.9
	2 - 5	30.2	64.5	47.5	142.1	19.4	44.8	39.2	103.4
	5 - 6	-1.5	14.1	35.4	48.1	-2.9	8.2	57.1	62.4
	6 - 8	-11.9	-37.7	143.5	93.8	-10.3	-40.2	64.7	14.2
July	0 - 2	7.2	10.4	9.8	27.5	3.2	4.3	6.0	13.5
	2 - 5	2.4	5.9	49.1	57.4	12.3	24.3	49.9	86.5
	5 - 6	0.5	2.3	23.4	26.2	2.3	4.1	22.2	28.7
	6 - 8	1.0	0.5	17.3	18.8	-1.1	5.8	44.3	49.0

[z] MAP: months after planting.

表2顯示不同種植期下水芋植株各部位氮素含量在不同生長階段的變化差異。1月種植期以移植後第2～5個月間的地上部含氮量增加最多，兩年各佔全株總增加量之81及65%，主要集中在葉片（兩年分別增加1145及864毫克），其次爲葉柄（兩年分別增加770及787毫克）；隨後在移植後第5～6個月期間，葉片含氮量驟減，而葉柄含氮量仍繼續增加，雖然葉柄含氮量已不如前期，但仍佔全株總增加量之33%以上（兩年分別增加320及426毫克），該時期植株的氮素累積主要集中於球莖，兩年各佔全株總增加量之64及77%（分別爲593及986毫克）；在移植後第6～8個月期間，葉片及葉柄含氮量大幅減少，而球莖含氮量則快速增加，最高可多出1000毫克以上。7月種植期在生長初期的地上部氮素增加量顯然較1月種植期高出很多，但在移植後第2～5個月間的地上部氮素增加量卻不如1月種植期，其大部分的氮素主要累積在球莖，兩年各佔全株增加量之73及50%（分別增加461及1006毫克），較葉片及葉柄之總計增加量還要多，但此時期仍爲植株總含氮量增加最多的生長階段；隨後在移植後第5～6個

月期間，葉片、葉柄及球莖的含氮量之增加量均變少，尤其是地上部氮素增加量甚至不到100毫克，球莖含氮量之增加則最高可達500毫克以上（1996年試驗）；在移植後第6～8個月期間，葉片及葉柄的含氮量開始減少，而球莖含氮量仍繼續增加，故植株總含氮量仍維持增加狀態。

表 2. 不同種植期下水芋植株各部位於不同生長階段之氮素含量(mg/plant)變化

Table 2. Changes in the amount of nitrogen (mg/plant) for the different plant fractions of wetland taro at different growth stages under different planting seasons

Planting month	Interval of MAP[z]	1995				1996			
		Leaf	Petiole	Corm	Totel	Leaf	Petiole	Corm	Totel
Jan.	0 - 2	31	37	89	157	135	58	89	281
	2 - 5	1145	770	457	2372	864	787	875	2525
	5 - 6	16	320	593	930	-126	426	986	1286
	6 - 8	-539	-723	992	-270	-468	-906	1065	-309
July	0 - 2	307	196	97	600	159	101	95	354
	2 - 5	114	59	461	634	542	499	1006	2047
	5 - 6	4	42	253	298	75	22	548	644
	6 - 8	15	-46	255	224	-153	-21	252	77

[z] MAP: months after planting.

不同種植期下水芋植株各部位TNC含量在不同生長階段的變化差異，示於表3。以1月種植期而言，生長初期各部位的TNC含量都甚低，在移植後第2～5個月期間，各部位的TNC含量迅速增加，而以球莖所增加的TNC含量最多，兩年試驗各佔58及67%之全株總增加量（分別增加34.6及31.5公克），其次爲葉柄，最高可達37%之全株總增加量（1995年試驗之22公克），而葉片則僅佔全株之5%；在移植後第5～6個月期間，葉片TNC含量不增反減，且葉柄TNC含量之增加量變少，但存於球莖中的TNC卻高出80～90%（兩年試驗分別增加42.5及45.3公克）；移植後第6～8個月之間，葉柄TNC亦開始損失，合計葉片及葉柄之地上部營養器官兩年試驗各損失約16及14公克之TNC，球莖TNC則增加量各高達126.8及75.3公克，此項數值顯示在球莖快速膨大期的生長階段中，若未考慮呼吸作用之消耗，1月種植期的水芋地上部之TNC最高可貢獻13～19%之球莖TNC，其中並以葉柄之貢獻量最大，兩年分別貢獻13及17%之球莖TNC，至於葉片則不到1%。7月種植期在生長初期的葉片及葉柄均含有較1月種植期爲多之TNC，在移植後第2～5個月期間，全株TNC含量卻低於1月種植期，雖然其球莖TNC快速增加，兩年各高出40.5及37.3公克（各佔全株總增加量之99及83%），較1月種植期多了約6公克，但葉片及葉柄之TNC增加量則遠低於1月種植期，1995試驗之葉片TNC甚至有減少現象，表示7月種植期在此時期之光合作用能力較不能因應球莖發育的需要；在移植後第5～6個月期間，葉片及葉柄的TNC含量均增加有限，球莖TNC的增加量亦變少，兩年分別高出15.1及18.9公克，佔全株總增加量之93%；在移植後第6～8個月期間，兩年試驗的葉片TNC均增加0.1公克，但葉柄及球莖TNC之消長變化則不太一致，1995年葉柄TNC減少0.3公克，球莖TNC增加14.6公克，然而1996年葉柄TNC及球莖分別增加6.3及38.5公克。表3同時顯示，1月種植期在移植後第5～8個月間之球莖快速膨大期，球莖TNC在前一個月（移植後第5～6個月）有少部份來自於葉片，但貢獻量不到1%，後三個月（移植後第6～8個月）則主要來自於葉柄，兩年各貢獻13及17%之球莖TNC，故此時球莖TNC可獲得最大之增進。但7月種植期則全然不同於1月種植期，其球莖TNC增加量最高的時期爲移植後第2～5個月，在移植後第5～8個月期間球莖TNC之增加反而變緩。

1月種植期下水芋植株在不同生長階段各部位乾物質、氮素與TNC含量佔全株之比例，列於表4。1995年試驗在移植後第5個月時，葉片佔有全株乾重之20.9%，51.2%之全氮，4.7%之TNC；葉柄佔有

44.8%之全乾物重，但僅有32.7%之全氮，卻有36.3%之TNC；球莖佔34.3%之全乾物重，但僅有16.1%之全氮，卻有59.0%之TNC。此說明了1月種植期於地上部生長旺盛期間氮素主要存在於葉片，而葉柄及球莖爲貯藏TNC的主要所在。到移植後第6個月，葉柄氮素並未減少但TNC佔有率減少爲28.7%，球莖則提高爲68.9%，表示進入球莖快速膨大期，光合成物質亦由葉柄開始轉移到球莖。直到移植後第8個月收穫時，葉片佔有全株乾重之6.0%，44.8%之全氮，1.3%之TNC；葉柄佔有全株乾重之14.6%，28.5%之全氮，7.3%之TNC；球莖佔79.4%之全乾物重，但僅有26.7%之全氮，卻有91.5%之TNC，此與球莖快速膨大期初期（移植後第5個月）之百分比比較，分別爲2.3倍、1.7倍與1.6倍，顯示球莖快速膨大期間有大量物質轉移到球莖。1996年試驗在不同生長階段之含量變化與1995年所發現之結果一致，在移植後第8個月成熟時，球莖佔有86.5%之全乾物重，60.7%之全氮，95.3%之TNC，與球莖快速膨大期初期（移植後第5個月）之百分比比較，分別爲2.2倍、1.0倍與1.4倍。

表 3. 不同種植期下水芋植株各部位於不同生長階段之非構造性碳水化合物含量(g/plant)變化

Table 3. Changes in the amount of total nonstructural carbohydrates (g/plant) for the different plant fractions of wetland taro at different growth stages under different planting seasons

Planting month	Interval of MAP[z]	1995				1996			
		Leaf	Petiole	Corm	Totel	Leaf	Petiole	Corm	Totel
Jan.	0 - 2	0.1	0.2	1.6	1.8	0.5	0.6	5.0	6.1
	2 - 5	2.8	22.0	34.6	59.5	2.4	13.2	31.5	47.1
	5 - 6	-0.2	10.6	42.5	53.0	-0.4	5.2	45.3	50.1
	6 - 8	0.1	-16.5	126.8	110.5	-1.0	-12.7	75.3	61.6
July	0 - 2	1.0	3.6	6.9	11.5	0.5	1.5	4.6	6.6
	2 - 5	-0.2	0.7	40.5	41.0	1.0	6.5	37.3	44.8
	5 - 6	0.3	0.7	15.1	16.2	0.5	0.9	18.9	20.4
	6 - 8	0.1	-0.3	14.6	14.4	0.1	6.3	38.5	44.9

[z] MAP: months after planting.

而7月種植期下水芋植株在不同生長階段各部位乾物質、氮素與TNC含量佔全株之比例，亦列於表4。1995年試驗在移植後第5個月，葉片佔有全株乾重之11.3%，35.6%之全氮，1.5%之TNC；葉柄佔有19.2%之全乾物重， 30.1%之全氮，8.3%之TNC；球莖佔69.4%之全乾物重，但僅有34.3%之全氮，卻有90.2%之TNC。此顯示7月種植期於地上部生長旺盛期間氮素主要存在於葉片及葉柄，而球莖爲貯藏TNC的主要所在，但葉片及葉柄地上部合計佔有65.7%之全氮，較1月種植期之83.9%低得很多。到移植後第6個月，葉片及葉柄的乾物質及氮素均減少，且其TNC含量仍然甚低，而球莖氮素佔有率提高爲52.9%，球莖TNC佔有全株之比例高達91.0%。此表示由於7月種植期在地上部生長旺盛期，正逢入冬，地上部生長受到限制，致使進入球莖快速膨大期後，地上部並沒有太多的光合成物質轉移到球莖。一直到收穫爲止，地上部之葉片及葉柄仍維持佔約50%之全氮，及佔約8%之TNC，此與球莖快速膨大期初期（移植後第5個月）之百分比比較，相差無幾。1996年試驗在不同生長階段之含量變化與1995年所發現之結果大致相同，在移植後第8個月成熟時，球莖佔有68.9%之全乾物重，96.0%之全氮，85.2%之TNC，與球莖快速膨大期初期（移植後第5個月）之百分比比較，增加很少。此說明了7月種植期或許可以提前在移植後第6個月即採收，倘久置於田間對提高球莖產量之效益相當有限。

表 4. 不同種植其下水芋植株各部位於不同生長階段之乾物質、氮素含量及非構造性碳水化合物含量佔全株之比例(%)

Table 4. Partiton (% of total) of dry matter, nitrogen and total nonstructural carbohydrates among different plant fractions of wetland taro at different growth stages under different planting seasons

Planting month	Planting year	MAP[z]	Dry matter			N			TNC		
			Leaf	Petiole	Corm	Leaf	Petiole	Corm	Leaf	Petiole	Corm
Jan.	1995	2	11.8	26.6	61.6	19.6	23.6	56.9	3.8	9.6	86.6
		5	20.9	44.8	34.3	51.2	32.7	16.1	4.7	36.3	59.0
		6	15.0	41.0	44.0	34.5	32.6	32.9	2.4	28.7	68.9
		8	6.0	14.6	79.4	44.8	28.5	26.7	1.3	7.3	91.5
	1996	2	22.7	26.0	51.3	7.8	11.7	80.6	8.0	10.5	81.5
		5	19.2	41.1	39.6	22.4	19.1	57.5	5.5	25.9	68.6
		6	11.0	31.5	57.6	21.3	31.0	47.6	2.4	18.4	79.2
		8	4.9	8.6	86.5	25.0	14.3	60.7	0.9	3.8	95.3
July	1995	2	26.4	37.9	35.7	34.1	20.7	45.2	8.5	31.4	60.0
		5	11.3	19.2	69.4	35.6	30.1	34.3	1.5	8.3	90.2
		6	9.1	16.8	74.1	27.7	19.4	52.9	1.6	7.4	91.0
		8	8.6	14.8	76.7	27.5	25.8	46.7	1.4	5.8	92.8
	1996	2	23.8	32.0	44.3	19.9	19.2	60.8	7.5	22.2	70.3
		5	15.5	28.7	55.9	3.8	3.9	92.3	2.9	15.5	81.5
		6	13.8	25.5	60.7	25.5	20.4	54.1	2.8	12.4	84.8
		8	9.4	21.7	68.9	2.5	1.4	96.0	1.8	13.0	85.2

[z] MAP: months after planting.

討 論

本省中部地區一年當中種植水芋，以1月種植期可獲致較高的球莖產量，而7月種植期則產量較低[2]。作物乾物質的生產是整個生育期間光合成物質累積與消耗的綜合表現，由本試驗結果得知，水芋植株各部位的乾物質在不同期作間的生長累積變化趨勢有很大的差異（圖2）。以 1月種植期而言，在地上部生長旺盛期（移植後第2～5個月）間地上部（葉片及葉柄）兩年試驗分別增加94.7 及64.2公克乾物質（表1），在移植後第5個月時地上部乾物重兩年試驗各佔全株乾物重之65.7及30.5%(表4)，並在移植後第5、6個月達最高值後急速下降（圖2）。然而7月種植期的地上部乾物重則自移植後第3 個月起，一直維持著緩慢速率增加（圖2），在地上部生長旺盛期（移植後第2～5個月）間，其地上部乾物質增加量兩年試驗各約爲1月種植期的0.6及0.1倍而已 （表1）。根據陳[2]研究報告指出，當總乾物重固定時，水芋球莖乾物重與地上部乾物重之間有極顯著的正相關關係。乾物質生產量與產量間存在一定程度的正相關關係，在水稻也有同樣發現[6,21]。由本試驗結果顯示，1月種植期在移植後第2～5個月期間，正處於高溫及高日射量的氣候環境（圖1），顯示此時主要行光合作用的綠色組織提供預貯光合成產物的能力強，使得植株乾物重較高且球莖產量高；反之，7月種植期在移植初期的高溫對植株光合作用助益不大，但於地上部生長旺盛期間，由於氣溫逐漸降低且日射量減少（圖1），導致光合作用能力偏低，而低光合成生產能力供源不足，於是使得植株乾物重及球莖產量均不如1月種植期。但値得注意的是，在進入球莖快速膨大期之後，7月種植期的植株地上部仍繼續生長，其乾物重持續緩慢累積，直至收穫爲止，都未有明顯下降趨勢（圖2），因此若能進一步探討其乾物質累積過程及分配效率，供源不足或許不是造成其低產的唯一主因。

由於葉片所含氮素的75％係於葉綠體內構成蛋白質，並與光合作用有密切的關係[10]，氮素對作物生長及產量表現具有相當的重要性。多數禾穀類作物開花後如能維持較高的氮素吸收與同化能力，則可保有較高的產量潛能[17,20]。而芋之氮素含量往往會隨著不同生育期及期作而改變[3]。由本試驗結果得知，水芋植株各部位在全生育期間皆以葉片的氮素濃度最高（3.8~5.7%），約爲葉柄及球莖的兩倍以上；到收穫時，兩種植期之葉片氮濃度仍維持有4%左右，顯示出芋在生長後期雖然大的老葉已老化脫落，但同時小的新葉則持續生成（圖3）。在移植後第4～6個月期間，1月種植期的葉片及葉柄的氮素含量均較7月種植期爲高（圖4）。在地上部生長旺盛期（移植後第2～5個月）間，1月種植期水芋植株地上部營養器官的含氮量佔全株比例甚高，主要集中在葉片，兩年試驗各佔全株含氮量之34.5及51.2%（表4），隨後在球莖快速膨大期（移植後第5～8個月），由於氮素的再轉移及葉片老化影響，葉片含氮量大幅降低（表2），但到收穫時，由於植株小的新葉仍持續生成，葉片含氮量兩年試驗仍各佔全株含氮量之44.8及25.0％（表4）;葉柄之表現與葉片相同，其在收穫時葉柄含氮量兩年試驗各佔全株含氮量之28.5及14.3％(表4)。反觀7 月種植期水芋植株在各生育階段地上部營養器官的氮素累積量偏低（表2），在整個生育期間葉片含氮量佔全株含氮量之比例最高不超過36％，葉柄則不超過38%（表4）。由於7 月種植期地上部綠色組織在整個生育期間含氮量偏低，故影響光合作用能力，因此光合產物少而造成供源能力差，可能是7月種植期產量表現低落的原因。而不同種植期間的球莖含氮量亦有明顯差異（圖4），在移植後第6～8個月間，1月種植期的球莖氮素增加量兩年試驗分別約爲7月種植期的1.6及2.0倍(表2)，顯示1月種植期不僅葉片及葉柄的含氮量高，同時轉移至球莖積儲之氮素轉流量亦較高。

TNC爲植株生長和發育的主要能量能源，Yoshida[21]認爲不良環境下預貯物質對產量更具重要性，但由於氮肥用量及日照與氣溫等氣象因子對預貯TNC均有極大影響，因此年度間與期作間的變化極大[13,15]。由本試驗結果得知，水芋植株各部位在全生育期間皆以球莖的TNC濃度最高，葉柄其次，葉片最低；葉柄具有貯存碳水化合物的功能，且與球莖之TNC濃度同樣有明顯的期作間差異（圖5）。1月種植期在移植後第5～8個月期間球莖TNC濃度及含量快速累積（圖5,6），在移植後第5個月時球莖TNC含量兩年試驗均約佔全株含量之60%左右，但在收穫時則可提高到90％以上（表4），而其地上部TNC含量雖在移植後第2～5個月迅速增加(表3)，兩年試驗各佔全株TNC含量之41.0及31.4％，但到移植後第6個月則開始減少，至成熟收穫止，兩年試驗地上部各僅佔全株TNC含量之8.6及4.7％（表4）。7月種植期的球莖TNC濃度自移植後第3個月起即無太大的起伏變動（圖5），而且球莖TNC含量自移植第5個月起也維持極緩慢速率增加（圖6），在移植後第5個月時球莖TNC含量兩年試驗各佔全株含量之90.2及81.5%，在收穫時則各爲92.8及85.2%，相差無幾（表4），而其地上部TNC在移植後第2～5個月期間增加量甚低（表3），兩年試驗僅各佔全株含量之9.8及18.4％，直到收穫止，地上部仍然維持7.2及14.8%之全株TNC含量，未有大幅降低趨勢（表4）。顯然，1月種植期水芋植株地上部營養器官在地上部生長旺盛期間，可有較多的預貯TNC以供球莖充實，且轉運分配至球莖的效率較7月種植期爲高。由此可知，7月種植期因生長環境氣象條件不利而造成產量低落的原因，除了預貯性光合產物不足以外，轉運分配至球莖的效率偏低，也是重要影響因子之一。

根據陳[2]及陳等[3]報告指出，1月間種植水芋，地上部生長旺盛期可達3個月，但於7月間種植則觀察不到明顯地上部生長旺盛現象。不同種植期的球莖快速膨大期則都持續3～4個月，但球莖膨大速度不一，而以1月種植期最快，7月種植期最慢。此外，不同栽培季節間的同化物質之累積及球莖產量之不足，受葉片生長差異影響甚於淨同化速率，而水芋葉片的生長主要決定於葉面積的擴展速率及持續期，地上部生長旺盛期的高溫及高日射量，能使葉片生長速率較快且持續時間較長[3]。由本試驗結果亦證實，最適及最不利之栽培環境，對水芋植株各器官於不同生長階段的乾物質、氮素與TNC累積之

表現有很大的影響，造成7月種植期低產的最主要原因爲生長期間光合成產量不足，同時其轉運分配至球莖的效率低且時間短，故球莖在移植後第6個月以後的乾物質及碳水化合物所增加的量相當有限。因此對7月種植水芋而言，於移植後第6個月即予採收，當可收經濟之效。

誌　謝

本研究承蒙行政院國家科學委員會補助經費（NSC85-2321-B055-005, NSC86-2321-B055-002, NSC87-2321-B055-003）及本所農藝系作物生理研究室提供化學分析儀器及設備，特此誌謝。

引用文獻

1. 陳建山、魏夢麗、劉大江。1984。期作間水稻光合成物質供需平衡關係之比較。第131-142頁, 稻作區域性與期作性低產及增產措施之研究（劉大江及謝順景主編），台灣省農業試驗所特刊第16號。
2. 陳烈夫。 1996。 水芋收穫指數與乾物質生產分配之關係。 中華農業研究 45：174-185。
3. 陳烈夫、呂椿棠、呂秀英。 1998。 水芋在不同栽培季節之生長分析。 中華農業研究 47：220-241。
4. 陳烈夫、呂椿棠、魏夢麗、呂秀英。 1999。不同種植期對水芋乾物質與氮素累積性狀之影響。 中華農業研究：已接受。
5. 劉大江。1979。水稻生育期溫度對碳水化合物累積與轉流之影響。第101-111頁 臺灣二期作稻低產原因及其解決方法研討會專集（謝順景及劉大江主編），行政院國家科學委員會出版。
6. 謝昱璋。1979。一、二期作水稻之生長與光合作用構成因子。第91-98頁, 臺灣二期作稻低產原因及其解決方法研討會專集（謝順景及劉大江主編），行政院國家科學委員會出版。
7. 戴順發、韓青梅。1991。水芋氮鉀肥施用效應。 興農 267：40-42。
8. 魏夢麗、劉大江。1984。期作間水稻光合成物質生產、分配及產量之比較。第143-152頁 稻作區域性與期作性低產及增產措施之研究（劉大江及謝順景主編），台灣省農業試驗所特刊第16號。
9. 魏夢麗、呂秀英。 1997。 芋的氮肥需求。 台灣省農業試驗所技術服務 31:20-22。
10. Dalling, M. J. 1985. The physiological basis of nitrogen redistribution during grain filling in cereals. In: Exploitation of Physiological and Genetic Variability to Enhance Crop Productivity （J. E. Harper, L. E. Schrader and R. W. Howess, eds.）Amer. Soc. Plant Physiol., Rockville, Maryland.
11. Evans, L. T. 1972. Storage capacity as a limitation on grain yield. In: Rice Breeding. International Rice Research Institute. Los Banos, Philippines.
12. Jacobs, B. C., and J. Clarke. 1993. Accumulation and partitioning of dry matter and nitrogen in traditional and improved cultivars of taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) under varying nitrogen supply. Field Crops Res. 31:317-328.
13. Judel, G. K., and K. Mengel. 1982. Effect of shading on nonstructural carbohydrates and their turnover in culms and leaves during the grain-fillling period of spring wheat. Crop Sci. 22:958-962.
14. Manrique, L. A. 1994. Nitrogen requirements of taro. J. Plant Nutrition 17:1429-1441.
15. McCraig, T. N., and J. M. Clarke. 1982. Seasonal changes in nonstructural carbohydrate levels of wheat and oats grown in a semiarid environment. Crop Sci. 22:963-970.
16. Muchow, R. G., and G. L. Wilson. 1976. Photosynthetic and storage limitations to yield in *Sorghum bicolor* (L. Moench). Aust J. Agric. Res. 27:489-500.
17. Sinclair, R. R., and C. T. de Wit. 1975. Comparative analysis of photosynthate and nitrogen requirement in the production of seeds by various crops. Science 189:565-567.
18. Smith, D. 1969. Removing and Analyzing Total Nonstructural Carbohydrates from Plant Tissue. Wis. Agric. Expl. Sta. Res. Rep. 41. 11pp.
19. Tsai, C. Y., D. M. Huber, and H. L. Warren. 1978. Relationship of the kerel sink for N to maize productivity. Crop Sci. 18:399-404.

20. Tsai, C. Y., D. M. Huber, and H. L. Warren. 1980. A proposed role of zein and glutelin as N sinks in maize. Plant Physiol. 66:330-333.

21. Yoshida, S. 1972. Physiological aspects of grain yield. Ann. Rev. Plant Physiol. 23:437-464.

Comparison on the Photosynthetic Production in Wetland Taro during Plant Development between Crop Seasons [1]

Meng-Li Wei[2], Lit-Fu Chan[3], Chun-Tang Lu[2], and Hsiu-Ying Lu[2]

Summary

Corms of wetland taro (Colocasia esculenta (L.) Schott) were planted in the most favorable (January) and less favorable (July) cropping seasons in the year 1995 and 1996 in Taiwan. Plants were randomly samples at one-month interval from planting to harvest (the 8[th] months after planting). Data of dry weight, total nitrogen (N) and total nonstructural carbohydrates (TNC) concentration in different plant fractions was analyzed. The purpose of this study was to understand the causes of yield difference due to seasonal factors and to find out the major limited factors for low yield.

It was detected that leaf contained the highest N concentration while corm contained the highest TNC concentration during the whole growth period for both cropping seasons. It was also found that petiole had the capability of storing carbohydrates. The dry weight of corm was higher on January planted plants than July planted plants for both two years. It was assumed that high temperature and high solar radiation during plants vigorous top-growth stage for January planted plants increased the capability of dry matter production in the aboveground vegetative organs along with higher amount of nitrogen transferring to the corm. Similarly, the contribution of TNC to corm bulking was found also high on January planted plants. The maximum possible contribution of total stored TNC to corm TNC at the corm rapid-bulking stage were up to 13~19 % on January planted plants when the respiratory consumption was not considered. In conclusion, all the factors for higher photosynthetic production may result in the higher yield on January planted plants. On the other hands, declining temperature, solar radiation and shorter photoperiod caused poor photosynthetic production during vigorous top-growth stage in the aboveground vegetative organs. Therefore the less photosynthetic production transferring to the corm during vigorous top-growth stage may conduct to main cause of lower yield for July planted plants. It was thought that the production of dry matter and carbohydrates during the vigorous growth stage was not enough to meet the demanding for rapid corm bulking since the partition of total dry weight, N and TNC in corm has not significantly increased during the 6th months after planting to the harvest.

Key words: Taro, Planting season, Dry matter, Nitrogen, Total nonstructural carbohydrates.

---

1. Contribution No 1991 from Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture.

2. Respectively, Assistant Agronomist, Assistant Agronomist and Senior Agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng Taichung, Taiwan, ROC.

3. Research Assistant, Office of Farm Management, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 48(3): 65～74 (1999)

木瓜新品種—台農六號 (朱玉) 之育成[1]

王德男 翁瑞亨 黃基倬 徐秀鳳[2]

摘要：「台農六號」木瓜係於1987年以蘇魯一號爲母本，日陞爲父本雜交，後代經六世代純化，於1994～1995 年進行品系比較試驗，選出品系代號84-19，於1996～1997年分別在旗山、高樹、山上、六龜等鄉鎮進行區域試驗，深受產銷雙方喜愛，農林廳於1998 年3月31日覆審正式通過命名爲「台農六號」 ，並於６月２２日命商品名稱爲「朱玉」。台農六號木瓜新品種莖綠色、葉濃綠、莖節間短（ 1.8公分）、矮生、結果部位低(66.9公分）適於網室栽植、結果力強（56.5個／株）、雌性果近圓形、兩性果短梨形，果肉色深橙紅豔麗，肉厚1.9公分、可溶性固形物(糖分) 12.0°Brix、果長12.1公分、果徑8.6公分、平均果重445.7公克、株產量 25.1公斤。兩性株畸型果0.26%，五裂果及香蕉型果殆無，正常梨形果高達99.7%。果肉利用率 69.3%，五至六月少有俗稱“橡皮肉”現象發生。

關鍵詞：木瓜、果樹、育種、品種、產量、品質。

前　　言

木瓜爲台灣重要經濟果樹之一，栽培面積約在四至五千公頃左右，近年來爲隔絕病毒病 (papaya ringspot virus disease) 危害，多採用網室栽培，且栽培品種幾全爲台農二號，因品種單一，其生產有過量之虞，而致價賤傷農，且因網室內通風、日照不良，溫差大，而造成植株徒長及兩性株畸型果百分率高；於五～六月間所生產的果實，易產生“橡皮肉”現象，影響果農收益甚鉅。行政院農業委員會農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所爲解決這些問題，並配合政府少量多樣化、精緻化政策，自1987年起在農委會、前農林廳經費支持下進行木瓜品種改良工作，期待選出矮生、質優、豐產、兩性株畸型果百分率低且五～六月所生產的果實，果肉不會有“橡皮肉”現象，以解決上述台農二號網室栽培所遭遇之各項問題，並使市場品種多樣化、品質高級化、精緻化，以滿足小家庭及消費者高品質的消費需求。

材料與方法

一、雜交親本及其特性

(一)母本：蘇魯一號（Solo No.1），植株強健、矮生、節間短、兩性株畸型果百分率高，平均果600 公克。雌果圓球形、果頂平；兩性果呈洋梨形、果皮濃綠色、果肉深橙黃色、肉質細、糖度12 。Brix、果實耐貯運。

(二)父本：日陞（Sunrise），植株易徒長、節間長、結果力強、兩性株畸型果百分率低，平均果

1. 行政院農業委員會農業試驗所　研究報告第1992號。
2. 本所鳳山熱帶園藝試驗分所研究員兼熱帶果樹系主任。助理、助理、約僱助理。臺灣省　高雄縣　鳳山市。

重400公克。雌果近球形、果頂尖突；兩性果呈洋梨形、果皮綠色、果肉紅色艷麗、肉質軟多汁、味芳香、糖度14°Brix，抗病毒病性及耐寒性均弱。

二、育成方法及經過

「台農六號」木瓜係於1987年以「蘇魯一號」為母本，「日陞」為父本，雜交後代經六世代純化後，所選出之固定自交系84-19，於1994～1995 年進行品系比較試驗， 1996～1997 年復分別在旗山、高樹、山上、六龜等鄉鎮進行區域試驗，1998 年3月31日獲農林廳農作物新品種命名審查委員會覆審通過，正式命名為「木瓜台農六號」，同年6月22日命商品名為「朱玉」。台農六號（朱玉）之育成譜系與年期如圖1所示。

蘇魯一號♀ × 日陞♂ (1987)
(Solo No.1) (Sunrise Solo)
| 經六世代自交選拔而得之自
| 交系84-19（1993）
↓
品系比較試驗（1994～1995）
Line comparison trial
↓
區域試驗（1995～1997）
Regional trial
↓
命名台農六號（朱玉）(1998)
Named Tainung No.6（Ju Yu）

圖1. 台農六號（朱玉）育成譜系與年期

Fig.1. Pedigree and chronicle of ‘Tainung No.6’ Papaya

結果與討論

一、品系比較試驗

為選育小型、高品質、矮生之自交系，以應產銷雙方之需求，（ 蘇魯一號 × 日陞 ）F1經六世代自交，選拔出84-19固定自交系，於民國83～84年間在本分所進行品系比較試驗，並以目前栽培最多之台農二號做對照品種，試驗設計採逢機完全區集設計，三重複，行株距為 2.5×2.0 公尺，每品系栽10株，三重複共30株。採網室栽培，並按一般栽培法進行肥培管理。種植後定期調查植株生育及結果習性；採收時調查果實品質及產量，其結果分述於下：

（一）植株特性調查：

種植後十個月近採收前，即民國84年8月間調查植株性狀，結果台農六號平均株高203.1公分（倒株後），比對照品種台農二號矮53.5公分呈顯著差異。莖徑10.7公分，開張度 243.9公分，葉片數35.6枚，始果高 63.9 公分四者均與台農二號差異不顯著，節間長1.7 公分則與台農二號2.6公分呈顯著差異；至於台農六號莖色於嫩莖及老莖表現均為綠色(green)，而台農二號嫩莖莖色為淺綠色，老莖則為褐色帶綠，品種間於莖色上有明顯之差異性(表1)。

（二）葉片性狀調查

調查植株性狀時，一併調查葉片性狀，台農六號新品種之葉色濃綠，葉柄長99.2公分，葉身寬62.4公分，二者均與台農二號呈顯著差異性，但葉身長 57.8 公分及葉柄粗1.6公分，則差異不顯著；至

於葉色台農六號葉片濃綠，而台農二號則爲綠色（表2）。

表 1. 木瓜台農二號與新品系84-19（台農六號）植株特性比較表z

Table 1. Comparison on plant characteristics of Tainung No.2 and selected line "84-19" (Tainung No.6)

Line／Cultivar	Plant height (cm)	Stem diameter (cm)	Spread width (cm)	No. of leaves (piece)	Internode length (cm)	Height of first fruit set (cm)
84-19 (Tainung No.6)	203.1 b[Y] (-53.5)[X]	10.7 a	249.3 a	33.1 a	1.7 b	63.9 a
Check (Tainung No.2)	256.6 a	11.3 a	251.5 a	35.5 a	2.6 a	57.8 a

[Z] Planted date：1994/10/28 Surveyed date：1995/8/11

[Y] Means followed by the different letters are significantly different at 5% level by T test.

[X] The difference of the height of Tainung No.2 and Tainung No.6.

表 2. 木瓜台農二號與新品系84-19（台農六號）葉片性狀比較[z]

Table 2. Comparison on leaf characteristics of Tainung No.2 and selected line " 84-19" (Tainung No.6)

Line／Cultivar	Petiole length (cm)	Petiole diameter (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)
84-19 (Tainung No.6)	99.2 a[y]	1.6 a	57.8 a	62.4 b
Check (Tainung No.2)	81.4 b	1.4 a	60.8 a	65.0 a

[Z] Planted date：1994/11/28 Surveyed date：1995/8/11

[Y] Means followed by the different letters are significantly different at 5% level by T test.

表 3. 木瓜台農二號與新品系84－19（台農六號）果實性狀比較[z]

Table 3. Comparison on fruit characteristics of Tainung No.2 and selected line" 84-19" (Tainung No.6)

Line／Cultivar	Fruit weight (g)	Fruit weight index (%)	Fruit length (cm)	Fruit diameter (cm)	Fruit petiole length (cm)	Fruit petiole diameter (cm)
84-19 Tainung No.6	551.4 by	70.2	13.1 b	10.3 a	3.2 b	1.3 a
Check Tainung No.2	685.0 a	100.0	20.9 a	11.3 a	4.7 a	1.2 a

[Z] Planted date：1994/11/28 Surveyed date：1995/8/11

[Y] Means followed by the different letters are significantly different at 5% level by T test.

（三）果實性狀比較

新品系84-19（台農六號）之兩性果果型爲短梨形，與台農二號長梨形截然不同，平均果重551.4

公克，比台農二號685.0公克小30％，果長13.1公分，果柄長3.2公分，均比台農二號顯著爲短，果寬及果柄粗則無顯著差異。冬季果皮褐斑比台農二號多，顯示本品系抗寒性較弱（表3）。

（四）結果習性調查

定植後十個月採收前以油漆在果大直徑約二公分處做記號，調查記號以下之著果數，84-19（台農六號）新品系之單株平均著果數爲56.4果／株，比台農二號37.9果／株多48.8％；兩性株正常梨形果百分率高達99.7％ 比台農二號正常梨形果 95.5％顯著爲高；不正常畸形果僅佔 0.3％，比台農二號 4.5％顯著爲低（表4）。本品系 84-19（台農六號）因結果數多且果柄較短，致果實排列密、擠，必須進行疏果，以免果型擠扁。本品種若太黃熟（半黃以上）採收，果蒂普遍會抽出而失去商品價值，此爲本新品系（台農六號）之最大缺點，宜提早採收；至於台農2號則果實排列適中，果實即使過熟採收果蒂亦不會抽出。

表 4. 木瓜台農二號與新品系84-19（台農六號）結果習性比較z

Table 4. Comparison on fruit setting characteristics of Tainung No.2 and selected line" 84-19" (Tainung No.6)

Line／Cultivar	Height of first fruit set (cm)	Fruit set per plant (No./plant)	Percent of hermaphroditic fruit type			
			Normal Pear shape	Carpeloid	Pentandria	Banana shape
84-19 (Tainung No.6)	60.7 a[Y]	56.4 a (148.8)	99.7 a	0.3 a	0 a	0 b
Check (Tainung No.2)	54.8 a	37.9 b (100.0)	95.5 b	1.7 a	0.06 a	2.9 a

[Z] Planted date：1994/11/28 Surveyed date：1995/8/11

[Y] Means followed by the different letters are significantly different at 5% level by T test.

表 5. 木瓜台農二號與新品系84-19（台農六號）品質及產量比較z

Table 5. Comparison on fruit quality and yield of Tainung No.2 and new line" 84-19" (Tainung No.6)

Line／Cultivar	Flesh thickness (cm)	Skin thickness (cm)	Seeds weight (g)	Skin weight (g)	Flesh weight/fruit weight (%) flesh	Brix	Percent of lumpy flesh	Yield (kg/plant)
84-19 Tainung No.6	2.43 a[y]	0.22 a	72.3 a	78.3 b	72.7 a	12.4 a	0.4b	31.1 a
Check (Tainung No.2)	2.36 a	0.18 a	78.4 a	136.3 a	68.7 b	10.7 b	35.7a	26.6 a

[Z] Planted date：1994/11/28 Surveyed date：1995/8/11

[Y] Means followed by the different letters are significantly different at 5% level by T test.

（五）品質及產量調查

新品系84－19（台農六號）之肉色呈深橙紅，比台農二號橙紅較鮮紅豔麗。肉厚 2.43公分，皮厚0.22公分，種子重72.3公克，皮重78.3公克，株產量 31.1公斤／株均與台農二號無顯著差異。果肉利用率爲72.7％比台農二號 68.7％高，糖度12.4°Brix比台農二號 10.7°Brix甜；5～6月幾無俗稱“橡皮肉”現象發生。台農六號香味較淡比不上台農二號濃郁，至於種子重（單一果實中種子鮮重）並無明顯差異（表5）。

二、區域試驗

爲進一步瞭解木瓜新品系 84-19（台農六號）在本省不同氣候環境及土壤條件下之生育及結果情形，作爲將來推廣之依據。自1995年起，在高雄縣旗山鎮、屏東縣高樹鄉設區域試驗兩處，1996年在台南縣山上鄉設一處，1997年在高雄縣六龜鄉設一處。區域試驗採完全逢機區集設計，對照品種爲台農二號，行株距 2.5 ×2.0 公尺，重複三次，採網室栽培，按一般方法行肥培管理。區域試驗之結果整理如表6：

（一）品質調查

由表6得知，新品系84－19（台農六號）經在旗山、高樹、山上三鄉鎮等六處區域試驗結果，與在本分所行品種比較試驗之結果均雷同，新品系84－19果重335.3~510.7公克（平均果重445.7公克）較台農二號638.3~760公克（平均果重705.9公克）小約52.5~67.1％；果長爲11.4~12.7公分(平均果長12.1公分)顯著小於台農二號18~22.3公分(平均果長20.5公分)；可溶性固形物錘度（糖度）爲10.8~14.2。Brix (平均值爲12。Brix)則比台農二號9.8~12.3。Brix(平均值爲10.7。Brix)顯著較高；果肉色亦較鮮紅豔麗。新品系皮厚約0.1~0.2公分較台農2號0.1~0.3公分薄，皮重爲48.6~75公克較台農2號45~155公克輕，肉厚兩品種則差異並不顯著。旗山及高樹兩區之調查日期適在3～6月省產木瓜品質最差時，致糖度均在平均值以下。新品系84－19果型爲短長梨型，果肉色爲深橙紅色，而台農二號則爲長梨型，果肉色爲淡橙色；果皮皮色兩者均爲黃色皮。

（二）植株性狀及產量調查

由表7得知，新品系“84－19”（台農六號）從定植至開花需時113~125天(平均 118.8天)較台農二號103~111天(平均104天)晚半個月，雖節間長度 1.7~2.0(平均爲1.8公分)比台農二號2.3~3.1公分(平均2.8公分)短，但始果高度爲57.2~81.3公分(平均67.9公分)卻比台農二號50.2~68公分(平均58.9公分)高約7~13.3公分，推測可能爲花期較晚所致。84－19之單果重介於335.3~510.7公克(平均445.7公克)，每株結果數爲51~63果(平均56.5果／株)，估算株產量 20.8~30.3公斤(平均25.1公斤／株)，雖比台農二號24.1~30.1公斤(平均26.6公斤)產量低0.2~3.3公斤／株（平均低1.5公斤），於不同栽培地點區域試驗發現兩者產量差異顯著性因地而異。新品系“84－19”(台農六號）嫩莖莖色爲綠色，老莖則爲褐色，台農二號嫩莖爲淺綠色，老莖色則均爲褐色帶綠，於不同栽培地點進行區域試作時均有相同趨勢。

（三）果實貯藏性

爲瞭解木瓜新品種「台農六號」果實採收後之貯藏力，於1996年5月4日採自屏東縣高樹鄉泰和農場試區採收台農六號及台農二號（對照）一批，置本分所室溫下，從第三日起每天調查果實重量改變情形一次，直至第八日爲止。

試驗結果見表8，於室溫下貯藏觀察果實失重之變化情形，自貯藏第三日起至第八日止，木瓜新品種「台農六號」每天失重率與對照品種台農二號之失重率並無顯著差異。

（四）果實貯藏病害調查

炭疽病、蒂腐病及果腐病均爲木瓜果實貯存中重要之病害，爲探究「台農六號」木瓜果實採收後

表6.木瓜台農二號與新品系“84-19”(台農六號)區域試驗之果實品質調查[z]

Table 6. Comparison of fruit characteristics of Tainung No.2 and new line 84-19 (Tainung No.2) during different regional trial

Line/Cultivar	Fruit weight (g)	Fruit length (cm)	Fruit dimater (cm)	Skin thick-ness (cm)	Flesh thick-ness (cm)	Skin weight (cm)	Seed weight (g)	Flesh weight/Fruit weight	°Brix
Surveyed date in Chisun field (1996.3.14)									
84-19 (Tainung No.6)	335.3 b	12.7 b	7.4 a	0.1 b	2.1 a	65 b	34.1 a	70.4 a	11.4 a
Check (Tainung No.2)	638.3 a	21.1 a	8.9 a	0.3 a	2.1 a	131.3 a	46.6 a	72.1 a	9.8 b
Mean	486.8	16.9	8.2	0.2	2.1	98.2	40.4	71.3	10.6
Surveyed dafe in Kaoshu No I field (1996.6.15)									
84-19 (Tainung No.6)	510.7 b	11.6 b	9.4 a	0.1 b	2.2 a	62 b	70 b	69.2 a	12.4 a
Check (Tainung No.2)	744 a	19.3 a	9.1 a	0.33 a	2.4 a	121.6 a	88 a	70 a	10.6 a
Mean	627.4	15.5	9.3	0.22	2.3	91.8	79	69.6	11.5
Surveyed date in Kaoshu No. II field (1996.6.15)									
84-19 (Tainung No.6)	462.6 b	11.9 b	9.5 a	0.14 b	1.8 b	75 b	80 a	75.8 a	11.6 a
Check (Tainung No.2)	685 a	18 a	10.4 a	0.37 a	2.8 a	155 a	86 a	67.2 a	10.5 a
Mean	573.8	15	10	0.26	2.3	115	83	71.5	11.1
Surveyed date in Kaoshu No. III field (1996.6.15)									
84-19 (Tainung No.6)	483.5 b	12.5 b	8.2 a	0.15 b	2.0 a	65 b	60 b	65.3 a	10.8 a
Check (Tainung No.2)	755 a	20.3 a	9.0 a	0.38 a	2.0 a	140 a	95 a	68 a	11.2 a
Mean	619.3	16.4	8.6	0.27	2.0	102.5	77.5	66.7	11.0
Surveyed date in Sunsin field (1996.3.14)									
84-19 (Tainung No.6)	408.2 b	11.4 b	8.3 a	0.1 a	1.7 a	68 a	60 b	65.3 a	14.2 a
Check (Tainung No.2)	653.3 a	22 a	8.7 a	0.1 a	2.0 a	45 b	155 a	69.4 a	12.3 b
Mean	530.8	16.7	8.5	0.1	1.9	56.5	107.5	67.4	13.3
Surveyed date in Liukuei field (1996.6.15)									
84-19 (Tainung No.6)	474 b	12.5 b	8.8 a	0.2 a	2.1 a	48.6 b	101 b	68 a	11.7 a
Check (Tainung No.2)	760 a	22.3 a	9.5 a	0.2 a	2.5 a	56.6 a	177.3 a	69.1 a	9.9 b
Mean	617	17.4	9.2	0.2	2.3	52.6	139.2	68.6	10.8
Total Mean									
84-19 (Tainung No.6)	445.7	12.1	8.6	0.13	1.9	63.9	67.5	69	12
Check (Tainung No.2)	705.9	20.5	9.2	0.28	2.3	108.2	107.9	69.3	10.7

[z] Planted date：Chisun：1995/4/10(Spring)． Kaoshu：1995/7/30(Summer)
Sunsin：1996/12/15(Winter)． Liukuei：1997/4/6(Spring)

[Y] Means followed by the different letters are significantly different at 5% level by T test.

表7．木瓜台農二號與新品種台農六號區域試驗之植株相關性狀分析及產量比較z

Table 7. Comparison on plant characteristics and yield between Tainung No.2 and 84-19(Tainung No.6) papaya cultivars in regional test.

Line/Cultivav	Flowering (day)	Fruit weight (g)	Fruit set per plant (No./plant)	Yield (kg/plant)	Internode length (cm)	Height of first fruit set (cm)
			Surveyed dafe in Chisun field (1996.3.14)			
84-19 (Tainung No.6)	117.7 a	335.3 b	54.8 a	21 a	1.8 b	68 a
Check (Tainung No.2)	110.6 a	638.3 a	37.9 b	24.2 a	2.6 a	65.3 a
Mean	114.2	486.8	46.4	22.6	2.2	66.7
			Surveyed dafe in Kaoshu No. I field (1996.6.15)			
84-19 (Tainung No.6)	112.5 a	510.7 b	52 a	21.1 b	1.7 b	57.2 a
Check (Tainung No.2)	98 b	744 a	28 b	25.1 a	2.8 a	50.2 b
Mean	105.3	627.4	40	23.1	2.3	53.7
			Surveyed dafe in Kaoshu No. II field (1996.6.15)			
84-19 (Tainung No.6)	118.4 a	462.6 b	62.9 a	30.3 a	2 b	63.2 b
Check (Tainung No.2)	102.3 b	685 a	50 b	30.1 a	3 a	68.3 a
Mean	110.4	573.8	56.5	30.2	2.5	65.8
			Surveyed dafe in Kaoshu No. III field (1996.6.15)			
84-19 (Tainung No.6)	116.2 a	483.5 b	50.9 a	20.8 a	1.8 b	59.6 a
Check (Tainung No.2)	100 b	653.3 a	42 b	27.4 a	2.9 a	54 a
Mean	108.1	619.3	46.4	27.6	2.4	63
			Surveyed dafe in Sunsin field (1996.3.14)			
84-19 (Tainung No.6)	123 a	408.3 b	50.9 a	20.8 a	1.8 b	59.6 a
Check (Tainung No.2)	103 b	653.3 a	42 b	27.4 a	2.9 a	54 a
Mean	113	530.8	46.5	24.1	2.4	56.8
			Surveyed dafe in Liukuei field (1996.6.15)			
84-19 (Tainung No.6)	125 a	474 b	56.3 a	26.7 b	1.9 a	81.3 a
Check (Tainung No.2)	100 b	760 a	38 b	28.9 a	2.3 a	62.3 a
Mean	112.5	617	47.2	27.8	2.1	71.8
			Total Mean			
84-19 (Tainung No.6)	118.8	445.7	56.5	25.1	1.8	66.9
Check (Tainung No.2)	104	705.9	37.7	26.6	2.7	58.9

[z] Planted date：Chisun：1995/4/10(Spring)· Kaoshu：1995/7/30(Summer)
Sunsin：1996/12/15(Winter)· Liukuei：1997/4/6(Spring)

[Y] Means followed by the different letters are significantly different at 5% level by T test.

表 8. 木瓜台農二號與新品種「台農六號」果實於室溫下貯藏之失重率變化[z]

Table 8. Comparison on fruit weight loss between Tainung No.2 and Tainung No.6 during storage at room temperature.

Line/ Variety	Weight loss（%）during storage period					
	3 (Day)	4	5	6	7	8
84-1 (Tainung No.6)	4.36 a[Y]	4.00 a	6.76 a	6.00 a	6.80 a	8.13 a
Check (Tainung No.2)	4.53 a	4.30 a	5.20 a	6.66 a	6.50 a	6.70 a

[Z] The average maximum and minimum room temperature during storage period are 29℃ and 25.9℃respectively.

[Y] Means followed by the different letters are significantly different at 5% level by LSD.

Three replications with 20 fruits for every variety.

表 9. 木瓜台農二號與新品種「台農六號」果實貯藏後各種病害罹病情形 [XY]

Table 9. Disease incidence of papaya fruit Tainong No.2 and Tainong No.6 during storage

Days after storage	Variety	Anthracnose (%)	Stem-end rot (%)	Fruit rot (%)
3	Tainung No.2	0 a	0 a	0 a
	Tainung No.6	0 a	0 a	0 a
6	Tainung No.2	20.5 a [Z]	0 a	2.7 a
	Tainung No.6	3.7 b	0 a	0.3 a
9	Tainung No.2	31.7 a	24.0 a	25.8 a
	Tainung No.6	23.5 a	17.3 a	14.3 b

[Z] Means followed by the different letters are significantly different at 5% level by T test.

[Y] Three treatments（3,6,9 days after at storage）×two cultivars×twenty fruits×three replication ＝360 fruits.

[X] The storage temperature is 23.7℃（average temperature at 9:00 a.m. in each day）

罹病情形，試驗於1996年5月4日以選經過催熟後的果實進行本試驗，每品種20個果實，重複三次。由表9得知，供試品種果實採收後先經催熟再置室溫下貯存，其炭疽病、蒂腐病之罹病率，「台農六號」比「台農二號」有較低之趨勢，惟差異不顯著，但果腐病之罹病率在貯藏九天後，「台農六號」比「台農二號」則顯著為低，分別為14.3%及25.8%。

結　論

目前台灣木瓜栽培品種主為台農二號約佔80%以上，不但易因品種單一，造成生產過剩而價賤傷農，且因台農二號網室栽培易徒長、兩性株畸形果百分率高及五~六月生產的果實易發生“橡皮肉”現象。行政院農業委員會農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所為解決台農二號上述缺點並配合政府推行品種多樣化、精緻化政策，乃於 1987 年以蘇魯一號為母本，日陞為父本雜交，後代經六世代純化，在 1993 年由後代中選出 84－19 優良品系，1994～1995 年進行品系比較試驗， 1995～1997年進行區

域試驗，1998 年3月經台灣省農林廳新品種命名審查委員會審查通過，正式命名爲木瓜「台農六號」，同年9月正式命商品名稱爲「朱玉」。

台農六號（朱玉）木瓜其優點爲兼具矮生、果型美觀（短梨形）、結果數多(56.5果／株)、大小適中(445.7公克)、肉厚、肉紅、果肉利用率高、糖度高12。Brix、兩性株畸型果百分率低(0.3％)、五～六月生產的果實少有"橡皮肉"現象；符合高級消費群需求，減少網室木瓜人工摘除畸型花之成本。其缺點爲果柄短、結果數多，易造成著果太密擠，宜注意疏果，並徹底防治病害，另若過熟採收，果蒂會抽出而失去商品價值，應提早採收。

誌　謝

本項育種工作歷年來承農委會及省政府農林廳在育種計畫項目下補助經費。工作進行中屢蒙前任沈分所長再發、現任分所長劉政道等長官鼓勵與指導。雜交授粉、採種、田間管理、調查、選拔、以及優良株系之繁殖及資料整理等等工作，承許仁宏、謝鴻業、薛玉卿、翁國斌、廖美惠、陳美智等同仁的協助，謹此深致謝忱。

引用文獻

1. 王德男。1997。木瓜抗病育種。台中區農業改良場特刊第38號 91-101頁。提昇果樹產業競爭力研討會專集 I 。
2. 王德男。1996。木瓜抗（耐）毒素病品種之選育及台農五號之繁殖。省農試所特刊第37號 。 233-248 頁。果樹育種研習專刊。
3. 王德男。1989。木瓜優良品種簡介。興農雜誌242：10-13。
4. 王德男。1987。耐毒素病木瓜-台農五號。豐年37(20):20-21。
5. 王德男。1982。木瓜輪點毒素病品種之檢定。中華農業研究31(2):162-168。
6. 王德男。1980。影響木瓜兩性株性型表現之因子研究。中華農業研究29(3):225-237。
7. Litz,R. E., and R. A. Conover. 1979. Development of systems for obtaining parasexual *Carica* hybrids. Proc.Fla.State Hort.Soc. 92:281-283.
8. Mekuko, H. U., and H. Y. Nakasone. 1975. Interspecific hybridization among 6 *Carica* species. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100:237-242.
9. Mekuko, H. U., and H. Y. Nakasone. 1975. Floral development and compatibility studies of *Carica* species. J. Amer. Soc.Hort.Sci.100(2):145-148.

Breeding of Papaya New Variety-Tainung No.6[1]

Der-Nan Wang, Ruey-Heng Ueng, J-Jwo Huang and Shiow-Fenq Shyu

Summary

In 1987,the researchers in Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station of TARI made crosses between Solo No.1 (as female parent) and Sunrise (as male parent). The offspring's were selfed for six generations. Comparison experiments between lines were made in 1994 and 1995.Regional adaptation tests were preformed in Chisun, Kaoshu, Sunsin and Liukuei in 1996 and 1997 respectively. A selected line of S84-19, favored by both the farmers and consumers, was named as Tainong No.6 by the Department of Agriculture and Forestry, Taiwan Provincial Government on March 31, 1998.

Plants of Tainong No.6 was green stem and short (1.8cm) stems, dark green leaves, compact tree size, low fruiting position (66.9cm), very high yield (56.5fruits or 25.1kg per tree).It is very good for net house production. The female fruits are round and short pear-shaped from hermaphrodite plants, respectively. Fruit length and width are 12.1cm and 8.6cm, respectively, with an average weight of 445.7g per fruit and edible ratio of 69.3％. The flesh is about 1.9cm thick in dark orange-red color. Total soluble solids concentration is 12％. There is only 0.26％ abnormal fruit found in hermaphrodite plants.

Key words： *Carica papaya*, L.（Papaya), Fruit breeding, Variety, Yield, Quality.

---

1. Contribution No.1992 from Taiwan Agricultural Research Institute ,Council of Agriculture , Executive Yauan.

2. Respctively, Horticulturist and Head of Department of Tropical Fruit Trees, Assistant and Assistant and project assistant of FengshaTropical Horticultural Experiment Station, TARI, Fengshan, Taiwan, ROC.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 48(3): 75～83 (1999)

本省低海拔地區種植低需冷性油桃可行性之研究[1]

溫英杰　吳雅婷[2]

摘要：以往油桃在本省試種結果，皆因裂果嚴重而失敗。1996、1997連續兩年調查農業試驗所羅娜種原保存園所保存的27個油桃品種之種質資源特性，資料顯示11個油桃品種(系)並無裂果情形，顯示其適合本省高溫多濕之環境。經過詳細的特性評估，選出Sunblaze、5-40N、90-50CN等三個大果、優質、不裂果，具有商業栽培潛力之品系。

關鍵詞：油桃、低需冷性、種原評估。

前　言

油桃為普通桃的一個隱性突變[9]，因果面光滑無茸毛得名。油桃需冷性高，冬季打破休眠所需低溫時數約在800～1200小時左右，以往在台灣只有高海拔地區才能栽培。中部橫貫公路開通時，許多油桃與水蜜桃品種一起由國外引進試種，因無法克服裂果問題，而未成功。目前僅有台大山地試驗農場，在梅峰遮雨棚下有油桃品種的保存與栽培，尚無商業生產之報導。

油桃果實之糖、酸含量均較毛桃高，且香氣強、風味好、著色亦佳[4,8,11,17]。果面無茸毛，食用較簡便，在國外普受消費者的喜愛。國內近年來開始有自美國加州等地進口油桃，以"玫瑰桃"為名販售，亦深受好評。

油桃與桃相同，都不耐貯藏，而且糖、酸的蓄積皆集中在完熟期前兩週[10]。由國外進口到台灣的桃與油桃大約在7分熟採收，此時果實外觀雖佳，但風味卻嫌不足。台灣如能生產油桃，因產地與消費市場距離近，可於較完熟時採收，風味可以更勝一籌，未來在全面開放的市場中，可以以品質取勝。

本省高海拔地區可為農耕的緩坡地有限，在環保意識日益被重視，自然生態不容許再破壞的前提下，本省高海拔地區農業活動的空間已日趨狹小，為滿足國內市場高品質果品多元化需求，選育可供低海拔地區栽植的油桃品種，是解決問題的另一選擇。

本試驗的目的在藉有系統之種質資源評估方式，選出適合本省低海拔地區栽培的油桃品系，為低海拔地區農友提供一個新的作物供其選擇栽培，並減低高海拔地區的墾植壓力。

---

1. 行政院農業委員會農業試驗所　研究報告第1993號。
2. 本所作物種原室副研究員及約聘助理。台灣省　台中縣　霧峰鄉。

材料與方法

一、試驗材料

利用過去育種所得及由世界各地蒐集而來之油桃(*Prunus persica var. nectarina* Maxim.)品種及品系，包括Armking, Armking precoce, Columbia, Sunblaze, Suncoast, Sundowner, Sungem, Sunhome, Sunmist, Sunsplash, Sunwright, TBN,1-89N, 4N, 5-13N, 5-15N, 5-40N, 7N, 8-8N, 9-6N, 9-8N, 9-11N, 9-12N, 81-12N, 82-25N, 90-28PN, 90-50CN等，嫁接於苦桃實生砧，定植於南投縣信義鄉海拔850公尺之羅娜種原保存園，4年生，已穩定結實之植株為材料。

二、試驗方法

1996及1997連續兩年進行油桃種質資源特性調查，調查項目包括：開花日期、低溫需求量、花形、果形、果實成熟日期、果重、果實發育日數、可溶性固形物及可滴定酸含量、裂果程度、著色程度及對細菌性穿孔病之抗性等。調查標準如下：

開花日期：全株約有50%的花朵開花。

低溫需求量：以Okinawa 100小時，Flordaprince 150小時，Sundowner 200小時，Flordagem 250小時，Early Amber 300小時，Sungem 400小時為標準，依開花日期來推算其他品種之低溫需求量[14]。

花形：薔薇形或鈴形花。

成熟期：約有25%果實達到8分熟。

果重：10果平均重量。

果實發育日數：由開花至果實成熟之天數。

可溶性固形物及可滴定酸含量：可溶性固形物含量以屈折式糖度計測定，可滴定酸含量之測法如下：將果汁稀釋成100ml，取10ml稀釋液置於燒杯中加入2-3滴酚溶液，以0.1N NaOH滴定至變色，可滴定酸之含量為

$$可滴定酸 = \frac{滴定ml \times 6.7 \times F}{樣本重} \div 10$$

，其中F為0.1N NaOH的力價。

裂果程度：1=不裂果，2=裂果面積在10%以下，3=裂果面積在10-30%，4=裂果面積在30-50%，5=裂果面積在50%以上。

著色程度：果皮上色之百分比。

對細菌性穿孔病之抗性：1=嚴重感病，10=無病徵。指數6～7具中等抗性，8～10則具高度抗性，指數10表示無病徵，9表示偶而有一、二葉片出現病徵，指數愈小表示病徵愈多，5以下表示病徵太多可視為不具抗性。

結果與討論

一、低溫需求量

依據1997年春季在南投縣信義鄉羅娜品種保存園，對園內4年生以上的油桃品種(系)就開花日期加以調查，開花期間每3-4天調查一次，結果如表1，在27個調查的品種（系）中以5-40N，82-25N於元月20日有25%開花最早，Armking3月19日開花最晚。

以Okinawa等品種為基準，用開花日數來估算其他品系之低溫需求單位所得結果如表1所示。括弧內為原產地之資料，由表1 Sunblaze, Suncoast及Sundowner在原產地之低溫需求量分別為250,150及200單位。推測所得之低溫需求量與原產國之推測值並不盡相同，例如Sunblaze及Sunhome推測所得之低

溫需求量，分別爲125及200單位，而原產國之推測值爲250及225單位。其原因在於此一推測低溫需求量方式爲佛羅里達大學爲估計當地低需冷性桃子冬季休眠所需低溫時數而發展出的一個簡便方法[2,14,16]，目的在於方便敘述。此一方法適用在佛州中北部，若在冬季寒冷的北方則完全無法適用。在日本果樹試驗場千代田本場，低需冷性桃台農甜蜜與高需冷性桃“中津”之開花日期僅相差三天，事實上所有的低需冷性桃不管是100、200、300、400單位的，在當地幾乎都在同一 、二天內開花。此種低溫需求量不同卻花期相同的原因，顯然在於品種皆承受極大的環境休眠(ecodormancy)所致。台灣平地與佛羅里達Gainesville相較，冬季平均氣溫高出約3°C左右，對於冬季打破休眠所需低溫較少的佛州桃品種而言，在本省栽培，會因春季溫度上昇較早而開花期提早，推估出來的低溫需求量就較少。其中9-8N原產地推測值爲250單位，在本省中海拔地區開花期卻與需要400單位的Columbia相同。可能係9-8N與Sunblaze（9-15N）、9-11N、9-12N之親本不同所致（依據Sherman個人意見），其一親來自北方，需要較長的低溫解除休眠，本省中低海拔因冬季的溫度不夠冷，即造成其開花期拖延的現象。

二、對細菌性穿孔病之抗性

依據1996，1997連續兩年對羅娜種原保存園之油桃品種，調查其對對細菌性穿孔病*Xanthomonas campestris pv. pruni*之抗性，結果如表1所示。*Xanthomonas campestris pv. pruni*爲害葉片、枝條及果實，孢子在枝條上越冬．翌年春天再藉雨水傳播，感染此病的葉片會提早掉落，影響樹體光合作用的進行，對養分的蓄積不利[1]。本次調查品種除了Armking，Armking precoce對細菌性穿孔病不具抗性之外，大部分品種皆具高度抗性。本省夏季多雨，細菌性穿孔病爲害嚴重，且迄今尙無良好防治對策，因此栽培品種最好是選擇對穿孔病具有抗性者。

三、成熟期與果實發育期

在調查的27個品種中Suncoast、Sunwright及5-40N之果實成熟最早，於4月30日就可採收，接著爲5月7日成熟的TBN及81-12N，最晚成熟的爲6月初成熟的90-28PN（表2）。春季一向是本省果實供應歉期，早上市的水果，價格一向較佳。以平地水蜜桃的主力品種－台農甜蜜爲例，其產期主要在5月中、下旬，偶有產期調節成功的農友使其在5月初成熟，往往其價格爲正常產期的二倍。在台灣中低海拔，產期早還可避開果蠅危害，減少果蠅防治成本。成熟期的早晚與開花日期的先後及果實發育期的長短有關，具有低休眠性或果實發育期短的品系，爲將來品種改良工作的珍貴親本，結合5-40N開花早（低休眠性）及Sungem、 Armking等果實發育期短的特性，台灣將可望在3月底、4月初採收油桃果實。油桃在國內消費市場稀有，不虞排擠。儘管如此，台灣市場小，宜有一系列不同成熟期的品種，以避免同一品種種植過多，造成暫時性生產過剩的現象。

四、果實大小

在調查的27個品種（系）中，以8-8N的果實最大，平均果重140公克左右，最大果重可達220公克。平均果重在60公克以下的有Columbia、Sunhome、4N、7N屬小果品種（表2）。90-28PN爲油蟠桃，平均果重45公克，在蟠桃中已算中形果。以台農甜蜜推廣的經驗，在農試所試驗農場平均果重80公克，在篤農家栽培，大部分果實都超過100公克。Fogle和Faust在20年前發現，大多數的油桃品種果實都太小而無商業栽培價值，此爲油桃果實在發育末期體積膨大不若桃子明顯所致[7]，是伴隨茸毛突變而來的基因多效性[17]。經過育種人員的努力，油桃品種的果形不斷改進，登錄作爲商業栽培的品種也越來越多[3]。果實大小關係到價格高低與果品競爭力，本省油桃生產宜注重中、大果品種的生產，平均果重在80公克以上才可望具有商業栽培價值。

五、果形及果肉、果皮顏色

大部分品種（系）的果實皆呈圓形，Armking，Armking precoce，Suncoast及5-15N爲橢圓形，90-

表1. 所調查油桃品種〔系〕之花、葉及植株特性

Table 1. Flower, leaf and tree characteristics of nectarines for trial in central Taiwan

Cultivar	Selection No.	Bloom[w] date	Flower[x] Type	Leafygland type	Bacterial[z] spot resistance	Estimated Chill unit (CU)
Armking		19,Mar	NS	G	5	500
Armking precoce		16,Mar	NS	G	5	475
Columbina	19-37N	5,Mar	S	R	6	400
Sunblaze	9-15N	4,Feb	NS	R	10	125(250)
Suncoast	85-6N	7,Feb	NS	R	10	150(150)
Sundower	6-3N	11,Feb	S	R	10	200(200)
Sungem	7-4N	10,Mar	S	G	10	425(425)
Sunhome	9-13NR	11,Feb	S	R	10	200(225)
Sunmist	88-11NW	11,Feb	S	G	8	200(275)
Sunsplash	8-2N	18,Feb	S	G	10	250(400)
Sunwright	81-17N	4,Feb	S	R	10	125(150)
TBN		7,Feb	S	R	6	150
	1-89N	28,Jan	S	R	10	100
	4 N	1,Feb	S	R	7	100
	5-13N	11,Feb	S	R	9	200(250)
	5-15N	13,Feb	S	R	9	225(350)
	5-40N	20,Jan	S	R	10	50
	7 N	28,Jan	S	R	7	100(200)
	8-8N	11,Feb	S	R	7	200(150)
	9-6N	10,Feb	S	R	10	200(200)
	9-8N	5,Mar	S	R	10	400(250)
	9-11N	4,Feb	NS	R	10	125(250)
	9-12N	7,Feb	NS	R	10	150(225)
	81-12N	4,Feb	S	R	10	125
	82-25N	20,Jan	S	R	9	50
	90-28PN	11,Feb	S	R	9	200
	90-50CN	11,Feb	S	G	10	200

[z] 1= least resistant to 10=most resistance

[y] R= reniform, G=globose

[x] S= showy, NS=non-showy

[w] date of about 50% flower bloom

表2. 所調查油桃品種〔系〕之果實特性

Table 2. Fruit characteristics of nectarines for trial in central Taiwan

Cultivar	Selection No.	Harvestw date	FDPx (days)	Size (g)	Fleshy (color)	Overred color(%)	Shape	Pitz freeness
Armking		26,May	68	94.1±6.7	Y	75	oblong	SF
Armking precoce		20,May	65	82.0±15.4	Y	75	oblong	SF
Columbina	19-37N	26,May	82	56.0±4.1	Y	80	round	SF
Sunblaze	9-15N	15,May	100	80.8±12.1	Y	95	round	F
Suncoast	85-6N	30,Apr	82	64.9±7.2	Y	80	oblong	SC
Sundower	6-3N	20,May	98	78.3±6.2	Y	90	round	SF
Sungem	7-4N	17,May	70	75.5±14.1	Y	90	round	SC
Sunhome	9-13NR	26,May	104	55.7±7.3	Y	100	round	SF
Sunmist	88-11NW	7,May	85	66.7±5.7	W	90	round	SC
Sunsplash	8-2N	12,May	83	87.5±7.3	Y	70	round	SF
Sunwright	81-17N	30,Apr	85	80.0±16.3	Y	90	round	SC
TBN		7,May	88	87.8±8.0	Y	90	round	F
	1-89N	30,Apr	92	62.5±2.3	W	95	round	F
	4 N	13,May	102	50.4±4.2	Y	95	round	F
	5-13N	26,May	104	94.0±10.1	Y	60	round	F
	5-15N	30,May	106	95.4±8.6	Y	90	oblong	F
	5-40N	30,Apr	100	93.3±10.3	W	100	round	F
	7 N	13,May	105	49.0±8.6	Y	80	round	F
	8-8N	26,May	104	139.4±14.3	Y	80	round	F
	9-6N	20,May	99	82.4±11.6	Y	100	round	F
	9-8N	26,May	82	78.3±6.2	Y	90	round	F
	9-11N	20,May	105	64.3±8.8	Y	95	round	F
	9-12N	26,May	108	67.5±12.8	Y	90	round	F
	81-12N	7,May	92	73.5±5.9	Y	70	round	F
	82-25N	20,May	120	77.5±7.5	Y	95	round	F
	90-28PN	4,Jun	113	45.8±4.4	Y	70	flat	F
	90-50CN	10,May	88	93.0±8.8	Y	100	round	F

[z]SC=semicling, SF=semifree, F=free.

[y]y=yellow, w=white.

[x]Time from 50% bloom to first commercial harvest maturation.

[w]25% of the fruit on the tree have reached commercial harvest maturation.

表3. 調查油桃品種〔系〕之可溶性固形物、滴定酸及果實裂果程度

Table 3. Fruit soluble solid content, titrable acid and cracking index of nectarine for trial in central Taiwan

Cultivar	Selection No.	Soluble Solid Content (°Brix)	Titrable acid (%)	Soluble Solid Titrable acidratio	Cracking[z] index
Armking		11.2 ± 2.1	0.72± 0.23	15.6	4
Armking precoce		8.4 ± 2.2	0.74± 0.18	11.3	4
Columbina	19-37N	10.4 ± 1.6	1.15± 0.08	9.0	3
Sunblaze	9-15N	12.8 ± 0.3	0.88± 0.02	14.5	1
Suncoast	85-6N	8.5 ± 0.8	0.89± 0.27	9.6	2
Sundower	6-3N	10.4 ± 0.5	1.26± 0.05	8.3	4
Sungem	7-4N	9.9 ± 1.8	1.24± 0.23	8.0	2
Sunhome	9-13NR	12.1 ± 1.0	1.35± 0.08	9.0	1
Sunmist	88-11NW	8.7 ± 1.4	1.62± 0.26	5.4	1
Sunsplash	8-2N	9.6 ± 1.2	0.99± 0.01	9.7	1
Sunwright	81-17N	9.8 ± 1.1	0.88± 0.09	11.2	1
TBN		8.8 ± 0.2	0.85± 0.04	10.4	2
	1-89N	8.4 ± 0.9	0.7 ± 0.2	12.0	1
	4 N	10.1 ± 0.5	1.2 ± 0.14	8.4	3
	5-13N	13.1 ± 1.3	1.26± 0.06	10.4	2
	5-15N	10.4 ± 1.0	1.3 ± 0.14	8.0	1
	5-40N	13.2 ± 0.3	0.95± 0.21	13.9	1
	7 N	12.2 ± 2.8	1.16± 0.05	10.5	4
	8-8N	9.8 ± 0.5	0.88± 0.25	11.1	5
	9-6N	10.3 ± 1.0	1.07± 0.15	9.6	1
	9-8N	10.0 ± 0.6	0.97± 0.23	10.3	2
	9-11N	9.7 ± 0.4	0.94± 0.23	10.3	2
	9-12N	12 ± 0.7	0.96± 0.08	12.5	5
	81-12N	12.1 ± 0.82	1.30± 0.15	9.3	5
	82-25N	12.6 ± 0.84	0.95± 0.08	13.3	1
	90-28PN	12.2 ± 1.04	1.35± 0.08	9.0	2
	90-50CN	9.63± 1.58	0.59± 0.31	16.3	1

[z] 1=no cracking, 5= maximum susceptible to fruit cracking.

28PN爲罕見之油蟠桃。在調查的27個油桃品種（系）中，除了88-11NW，5-40N及1-89N爲白肉品系外，其餘皆爲黃肉品種（系），本省消費者偏好白肉的桃子，對油桃果肉顏色的要求似不若桃子般嚴格，這可由市場上黃肉鮮食桃幾近絕跡，而仍可見黃肉油桃可証。果皮顏色主要由果皮、果肉和果汁等花青素類的色素種類和數量的分布所決定。一般而言，油桃的果色較桃子鮮艷[16]。在調查的27個油桃品種（系）中，除了5-13N，81-12N，90-28PN，Armking，Armking prococe著色較差外，其餘品系著色皆佳，其中82-25N及Sunhome著豔紅色，外觀最佳。

六、可溶性固形物及滴定酸含量

果實品質是由幾個不同性狀如糖、酸、芳香物質、果肉結構及質地等構成的綜合性狀。Brown (4) 等人對蘋果品種的研究發現，多數優質蘋果品種屬於中酸高糖、中酸中糖或低酸中糖。本試驗在調查的27個品種（系）中可溶性固形物含量在8.4～13.20Brix之間，可滴定酸的含量則介於0.59～1.35%之間，品系間之差異甚大，爲爾後品種改良工作，提供良好的種質資源基礎，配合官能品評測定發現可滴定酸含量的高低，實際上決定油桃果實品質的風味。大部分的受測者覺得0.6%以下的可滴定酸幾乎感覺不到而可以忽略，0.7～1%的可滴定酸在可接受範圍內，1%以上則覺得太酸。官能品評覺得風味甚佳的有8-8N，9-12N，9-8N，90-50CN，Armking，90-50CN，5-40N，這些品種（系）皆是屬於低酸型。醣/酸比爲10.4之5-13N官能品評結果爲酸度太高，9-8N的醣/酸比爲10.3但因爲酸度低而大受歡迎，可以証明酸度在國人對果實風味的評價上扮演一個重要性地位。

七、裂果程度

有報導指出蘋果、櫻桃、乾果李及番茄之裂果與果實內鈣的含量太低有關 [15]，但調查許多裂果油桃品種之果肉及果皮之鈣含量，皆未發現異常 [7]。Milad 及Shackel對法國乾果李裂果的研究發現，灌溉於經過乾旱處理的植株，其果實內滲透壓差大於未經乾旱處理者，表示溶解物已再分配。灌水後溶解物較多處水流入較多，膨壓過大終而導致裂果，於此研究並未發現乾果李表皮有結構異常之處[12]。導致油桃裂果可能另有其它原因，Fogle和Faust利用掃描式電子顯微鏡檢查15個油桃品種，依表皮突起之粗糙程度，氣孔隆起程度，氣孔數目以及角質層龜裂程度，將15個油桃品種分爲三群，而且這些表皮之差異是可以遺傳的 [6]。Fogle和Faust還觀察到，油桃表皮出現微小裂縫與果實遭褐腐病菌感染的時間一致，兩者是否有直接關連則尚待證實。

本省夏季高溫多濕，油桃裂果問題特別嚴重，導致以往產業無法發展。推測其原因，很可能是病原菌侵入油桃表皮原本存在之微隙中，導致組織病變，裂縫擴大而造成裂果。油桃表皮之構造爲可遺傳之性狀，表示其受基因控制。在調查之27種油桃品種中，Sunblaze等11種爲不會裂果之品種，這些品種的出現，使本省油桃之生產露出曙光，也爲將來進一步品種改良工作提供良好的基礎。

結　論

綜合上述種質資源評估工作，選出Sunblaze, 5-40N, 90-50CN等三個油桃品系，除了果形大、風味佳及不裂果爲其共同特性外，5-40N爲早熟品系，90-50CN具有耐貯運之特性，具有經濟栽培潛質。希望經由這樣的試驗工作可提供果農一個新的水果種類種植，並提供各品種（系）各項種質資源詳細之調查資料，供進一步改良工作之參考。

誌　謝

本試驗工作承國科會經費補助(計畫編號:NSC 86-2313-B-055-010)，保存園之建立及管理維護，蒙行政院農業委員會及台灣省政府經費支持，文成復蒙台大園藝系陳中副教授斧正，謹致由衷之謝忱。

引用文獻

1. 孫守恭。1992。台灣果樹病害。第342-345頁。世維出版社。台中。
2. Andersen, P.C., and W.B. Sherman. 1994. New low chill peach and nectarine cultivars from the University of Florida. Fla. State Hort. Soc. 107:331-333.
3. Brooks, R.M., and H.P. Olmo. 1997. Register of new fruit and nut varieties. 3rd edition. ASHS Press.
4. Brown, A.C., and D.M. Harvey. 1971. The nature and inheritance of sweetness and acidity in the cultivated apple. Euphytica 20:68-80.

5. Derman, H. 1956. Histogenetic factors in color and fuzzless peach sports. J. Hered. 47:64-76.
6. Fogle, H.W., and M. Faust. 1975. Ultrastructure of nectarine fruit surfaces. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 100:74-77.
7. Fogle, H.W., and M. Faust. 1976. Fruit growth and cracking in nectarines. J. Amer. Soc. Hort. Sci.101(4):434-439.
8. Hedrick, U.P. 1917. The peach of New York. Albany, N.Y.J.B. Lyon.
9. Heese,C.O.1975. Peaches. pp.306-320. In J. Janick and J.N. Moore(eds.) Advances in fruit breeding. W. Lafayette, Ind. Purdue Univ. Press.
10. Ishida, M., A. Inaba, and Y. Sobajima. 1971. Seasonal changes in the concentration of sugars and organic acids in peach fruits. Sci. Rpt. Kyoto Pref. Univ.Agr.23:18-23.
11. Magness, J.R. 1957. The world in your garden. pp.170-224. Nat. Geog. Soc. Washington, D.C.
12. Milad, R.E.,and K.A. Shackel. 1992. Water relations of fruit end cracking in French prune(*Prunus domestica* L. cv. French). J. Amer. Soc. Hort. Sci.117:824-828.
13. Okie, W.R., and V.E. Prince. 1982. Surface features of a novel peach x nectarine hybrid. HortScience 17:66-67.
14. Sharpe, R.H., and W.B. Sherman. 1990. Peach cultivars in Florida and their chilling requirement. Acta Horticulturae 279:191-197.
15. Shear, C.B. 1975. Calcium-related disorders of fruits and vegetables. HortScience 10:361-365.
16. Sherman, W.B., P.M. Lyrene, F.G. Gmitter, and P.C. Andersen. 1988. Low-chill peach and nectarine cultivars for trial in Florida. Proc. Fla. State Hort. Soc. 101: 241-244.
17. Wen, I..C., K.E. Koch, and W.B. Sherman. 1995. Comparsion of fruit and tree characters of two peaches and their nectarine mutants. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120:101-106.

Study on the Possibility of Planting Lowchill Nectarine at Low Land Area in Taiwan [1]

Ien-Chie Wen and Yar-Tin Wu[2]

Summary

Twenty-seven low-chill nectarine cultivars were evaluated in 1996 and 1997 in Rona fruit germplasm repository(850M ele.). 11 nectarine cultivars and clonal selections shows no fruit cracking characteristic which were very serious in early introduced nectarine cultivars during past 40 years for trial in Taiwan climate condition. Sunblaze, 5-40N, 90-50CN having good fruit size and excellent favor show high potential for successful commercial production from late April through middle May before rain season beginning at low land area in Taiwan.

Key words: Lowchill, Nectarine, Germplasm evaluation.

1. Contribution No.1993 from Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture.
2. Respectively, Associate Researcher and Project Assistant, National Plant Genetic Resource Center, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 48(3): 84～100 (1999)

乙烯與蝴蝶蘭花朵寒害早謝之關係[1]

黃肇家[2] 王自存[3] 黃慧穗[2]

摘要：蝴蝶蘭花朵以7℃貯放7或10日後，於瓶插時會發生早謝之寒害現象。花朵在早謝之前會有明顯之烯生成，本研究在於探討寒害所產生的乙烯對於誘使花朵早謝之關係。用乙烯生成抑制劑氨基氧乙酸(AOA)讓花朵吸收，或於花朵冷藏後滴於蕊柱之孔穴，可抑制花朵乙烯之生成，也能使花朵早謝現象顯著的消減。花朵在冷藏後放於低壓下(0.2大氣壓)瓶插，也同樣的可減緩花朵老化。以乙烯作用抑制劑硫代硫酸銀(STS)於冷藏前預措，或以2.5正莰二烯(NBD)於冷藏後處理，均能有效的改善花朵於冷藏後的早謝現象。這些結果顯示乙烯可能與蝴蝶蘭花朵寒害早謝之現象有很大之關係。短時間外加乙烯處理會促使未寒害之正常蝴蝶蘭花朵快速老化，但是對於寒害之花朵，外加乙烯並不會使其原有之老化速率加快。短時間外加乙烯處理會使正常花朵老化時產生大量的乙烯，但是對於寒害花朵之乙烯生成影響不大。正常花朵經15℃貯藏後，蕊柱ACC含量並無改變，外加乙烯處理之後2日，花朵上蕊柱ACC之含量提高30倍。而寒害花朵於7℃冷藏後ACC含量提高7倍，再經外加乙烯處理只能再提高1.5倍。正常花朵和寒害花朵以ACC處理均會產生高量的乙烯，表示正常花朵和寒害花朵之ACC氧化酵素(ACO)功能並未因寒害所損傷。正常花朵和寒害花朵以STS在貯藏前預措，或以AOA在貯藏後滴於蕊柱處理，均能有效的抑制外加乙烯促使這些花朵產生乙烯以及早謝之作用。綜合這些結果可推測蝴蝶蘭花朵因寒害所引起的早謝和外加乙烯所促進之花朵老化可能由兩個不同之乙烯生成系統所調控；對於正常之花朵，外加乙烯促進花朵老化之作用需要花朵對乙烯具有高敏感性以及對外加乙烯具有誘發自動催化乙烯生成兩個條件；但是對於寒害之花朵，因寒害所產生之少量內生乙烯是促使花朵早謝之主要因素，這種花朵對外加乙烯之敏感性以及外加乙烯誘發自動催化乙烯生成之能力均已因寒害而受到損傷喪失作用。

關鍵詞：蝴蝶蘭、切花、老化、寒害、乙烯。

前　言

花卉是台灣目前農業發展重要項目之一，花卉外銷對產業之發展有很大之影響。由於台灣臨近日本，花卉以低溫貨櫃海運銷日具有競爭優勢。但是台灣許多重要之花卉例如蝴蝶蘭(1)等，屬於熱帶、亞熱帶原產，對低溫敏感，容易發生寒害。因此，花卉寒害之研究有其重要性。目前世界上切花採後生理之研究以溫帶地區爲多，溫帶切花寒害之問題不大，因此世界上有關切花寒害生理之研究非常少，台灣須自行多加研究。

---

1. 行政院農業委員會農業試驗所　研究報告第 1994 號。本研究爲第一作者博士論文之一部分，本研究部分經費承蒙行政院農業委員會計劃補助(84科技-2.2-糧-53)。

2. 本所副研究員及約僱助理。臺灣省　台中縣　霧峰鄉。

3. 國立臺灣大學園藝系副教授。台北市。

寒害之發生及生理反應在果蔬及一些植物材料上之研究甚多[29]，其中寒害會促使作物產生乙烯被認爲是一項重要且具一般性的生理反應[27]。由寒害所促使作物產生之乙烯，是否與作物所發生之寒害症狀有密切的關係?在蔬菜、水果及一些植物材料之寒害生理研究結果認爲二者間之關係不大。Wang (1987) 之報告指出胡瓜幼苗寒害後會產生乙烯，用乙烯生成抑制劑AOA (aminooxy acetic acid)處理可抑制乙烯之生成但不會減輕寒害的症狀[28]。Tong 和 Yang(1987)之研究指出菜豆植株在低溫前後及低溫期間用乙烯作用抑制劑STS (silver thiosulfate)或NBD (2,5-norbornadiene)處理，同樣地對減輕寒害沒有幫助[25]。另外利用外加乙烯之試驗，對有些作物可減輕其寒害症狀，如蜜露香瓜[17]、葡萄柚和甘薯[8]；對有些作物則加重其寒害症狀，如酪梨[9,16]；對有些作物則不發生影響，如番茄[15]。綜合這些報告，作物受到寒害所誘發產生的乙烯被認爲既不是引發寒害症狀之因素，也不會加重寒害之嚴重性，而只是伴隨於寒害發生之一種副產品，和寒害之發生或嚴重性無關[12]。

蝴蝶蘭花朵對低溫很敏感，在12℃放3日即會引起輕微之寒害[2]，在10℃放7日會使切花瓶插壽命縮短[4]。進一步之研究發現蝴蝶蘭花朵在7℃放10日後，會使花朵壽命大爲縮短外，尚會促使乙烯劇升及呼吸率不正常之現象，以及使花朵各部位電解質滲漏明顯的提高[3,6]，這些結果顯示蝴蝶蘭花朵經7℃10日貯藏後已產生明確之寒害現象[24]。乙烯通常會促使對乙烯敏感之花卉加速老化，包括花朵脫落、凋萎及捲瓣[22]，而許多可以抑制乙烯生成或抑制乙烯作用之藥劑，均可以有效地延緩這類切花之老化[23]。乙烯促進花朵老化之作用已有廣泛之研究及證實[7,14]。蝴蝶蘭花朵對乙烯極爲敏感，0.09 ppm即可促進花朵老化[2]。由於受到寒害之蝴蝶蘭花朵在老化之前會產生乙烯[6]，因此這種乙烯是否和由寒害所促使之花朵提早老化有關，是本研究欲探討之目的。

材料與方法

一、材料來源

本研究所使用之材料爲取自臺灣糖業公司埔里大坪頂農場生產之`TS-62’品種大白花蝴蝶蘭，當花莖上有5至6朵小花盛開時採收，立即運回實驗室。試驗時，取中間之3至4朵，從小花梗基部切下，以單朵插於小試管中進行試驗，除了藥劑處理外，均插於去離子水中。除另有註明之外，每處理均爲6朵花，每朵爲一重複。

二、低溫處理及花朵品質調查

插於去離子水中之單朵花朵分別放入15℃(對照組)及7℃(低溫處理組)恆溫庫中，貯藏7日或10日後，瓶插於20℃±1℃恆溫室中，定期調查花朵品質，給予評分。花朵完好和鮮採相似者爲10分，花瓣中心有1/3呈明顯水浸狀老化者爲5分，花瓣大部分呈水浸狀且完全萎軟者爲0分。

三、花朵乙烯生成之測定

花朵於20℃中瓶插期間，定時取出，不插水置於小壓克力罐(體積爲450ml)密封2小時後，抽取1ml氣體，以氣相色層分析儀(gas chromatograph, Shimadzu GC-8AIF， column爲玻璃製，內徑2.6mm、外徑5.0mm、長2.5m，管內充塡Porapak Q 80-100 mesh，載行氣體爲氮氣，檢測器爲FID) 測定罐內之乙烯濃度，換算爲nl/g/hr。花朵測過乙烯後，瓶插回原去離子水中。

四、AOA之處理

(一)瓶插處理

花朵在20℃下插於去離子水中或插於含1、5、10、 25和50mM AOA之水溶液中，預措4小時後移入7℃恆溫庫中，貯放7日後移至20℃。在低溫貯藏及移溫後花朵均插於相同之溶液中，對照組放在15℃，插於去離子水中，定期調查品質，調查方法同前面所述。AOA爲 Sigma公司之產品。

(二)滴AOA於蕊柱處理

花朵經7℃冷藏10日後出庫，立即以去離子水或AOA水溶液以小注射針筒滴於蕊柱上柱頭之孔穴，滴用量以填滿孔穴為原則，AOA之濃度分別為0、5 、25和50mM。當天下午(約7小時後)及瓶插次日上午及下午再做一次同樣處理。對照組放在15℃，只做滴水處理。瓶插時定期調查品質，調查方法同前面所述。

(三)滴AOA於蕊柱處理對花朵乙烯生成之影響

花朵經7℃或15℃貯藏10日後出庫，立即以25mM AOA滴於蕊柱之孔穴，當天下午(約7小時後)再處理一次，次日上午及下午再做一次同樣的處理，花朵乙烯生成之測定方法同前面所述。

五、低壓處理對花朵品質之影響

花朵經7℃或15℃貯藏7日後移到20℃中，置於有二個抽氣孔之大型玻璃缸(內徑25cm寬，內高30cm)內並密封之，缸子連通真空抽氣機，每隔 3～5分鐘抽氣一次，每次抽氣18～30秒鐘，同時不斷吸入少量經加濕處理之新鮮空氣，真空度維持於0.21±0.04大氣壓。對照組放於內徑34cm×內高34cm之圓型之壓克力筒內，通入常壓空氣。

六、NBD與STS處理對花朵品質之影響

整枝切花花莖於7℃中冷藏7日，出庫後將各單朵花切下，插於去離子水中，置於大壓克力箱(30×50×70cm)中，密封後注入約0.3ml NBD溶液於懸掛在箱內之濾紙上，任其揮發，使箱內NBD濃度達到500 ppm。NBD為 Aldrich 化學公司之產品。

STS處理為切花先以1mM STS預措2小時後，換插於去離子水中放入7℃中冷藏7日，出庫後將各單朵花切下，瓶插於去離子水中。

七、外加乙烯處理

(一)長時間外加乙烯處理對花朵品質之影響

花朵插於去離子水中，經15℃或7℃貯藏7日後，移入 20℃置於大壓克力箱(30×50×70cm)內，連續通入含0.1、0.5 或1.0ppm乙烯之空氣，對照組通入經過錳酸鉀乙烯吸收劑去除乙烯之空氣，其乙烯濃度低於儀器感測範圍(0.01ppm以下)。

(二)短時間外加乙烯處理對於經ACC、AOA與STS處理之花朵之品質及乙烯生成之影響

花朵經7℃或15℃冷藏10日後，以含1ppm乙烯之空氣處理12小時。ACC處理為將花朵於出庫前1小時及出庫後以20mM ACC 溶液滴於蕊柱之孔穴中，滴用量為填滿蕊柱之孔穴，並於出庫後將花朵瓶插於20mM ACC溶液中。AOA處理為將花朵於出庫前1日及出庫後以25mM AOA溶液滴於蕊柱之孔穴中，滴用量同前面所述，並於出庫後將花朵瓶插於5mM AOA溶液中。STS處理為於冷藏前，在20℃中將花朵以0.5mM STS預措15小時。對照組花朵瓶插於去離子水或於蕊柱滴去離子水。乙烯生成之測定方法同前面所述。

八、ACC含量之測定

將蝴蝶蘭花朵之花瓣(整片，重約5g)及蕊柱(整個蕊柱不含基盤，重約0.2g)分別切離，經切片後放入試管中以5ml 80%酒精，在70℃熱水中萃取20分鐘，取澄清液，以相同步驟重複萃取一次，將二次之澄清液收集，以氮氣吹氣蒸發器，將萃取液蒸發至近乾，加蒸餾水定積至1ml成為抽取液，保存於3℃下。依據Lizada 和 Yang[18]之方法測定抽取液中之ACC含量。

九、縮寫字：

ACC：1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid

ACO：ACC oxidase

AOA：aminooxyacetic acid

FID：flame ionization detector

NBD：2,5-norbornadiene

STS：silver thiosulfate

'TS-62'：Phal. (Kochs Schneestern x Meridian)`B79-32' x Phal. (Kochs Schneestern Meridian)`TS1'

結　果

一、花朵之乙烯生成

蝴蝶蘭花朵經7℃貯藏後於20℃中瓶插時，花朵品質之老化明顯地比在15℃貯藏者為快(圖1A)；花朵之乙烯生成於移溫後就很快上升，比花朵老化症狀之出現要早約2日。乙烯之最高生成速率約3nl/g/hr(圖1B)。

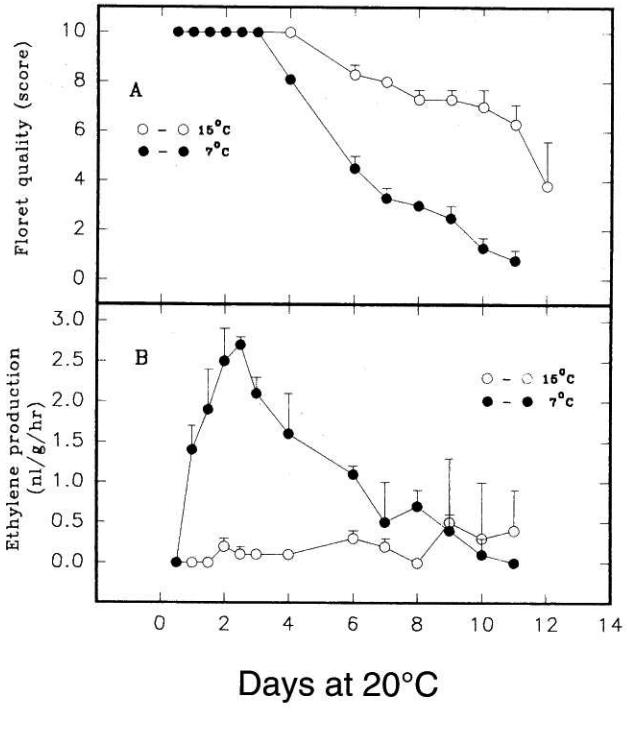

圖1. 低溫貯藏對'TS-62'蝴蝶蘭花朵在20℃中瓶插時之品質(A)及乙烯生成(B)之影響。蝴蝶蘭之小花朵分別在7℃、15℃(對照)貯藏7日後移到20℃，花朵品質評分標準如下:品質和鮮採相同者為10分、完全老化者為0分，於兩者之間有明顯老化症狀者為5分。各數據代表6重複之平均值±SE。

Fig.1. Quality changes and ethylene production of 'TS-62' *Phalaenopsis* floret stored for 7 days at 7 ℃ and 15℃ then moved to 20℃. Scores for floret quality were: 10 represents fully opened floret without any senescence symptom, 0 represents floret that is completely senescence, and 5 represents floret that has visible senescence symptom and is half wilted.Each datum represents the average of 6 replications with standard error.

二、乙烯生成抑制劑AOA對花朵品質及乙烯生成之影響

(一) AOA瓶插處理對花朵品質之影響

插於去離子水中之蝴蝶蘭花朵經7℃貯藏7日後，在20℃中瓶插時會快速老化，但是瓶插於1～10mM AOA之花朵，其老化速率均明顯受到抑制，瓶插品質與在15℃貯藏者相同(圖2)，以25mM及50mM AOA處理者也明顯的比未處理者(0mM)好很多，但在這種高濃度下，花朵之小花梗均受傷潰爛，使花朵於瓶插後期(10日以後)快速老化。

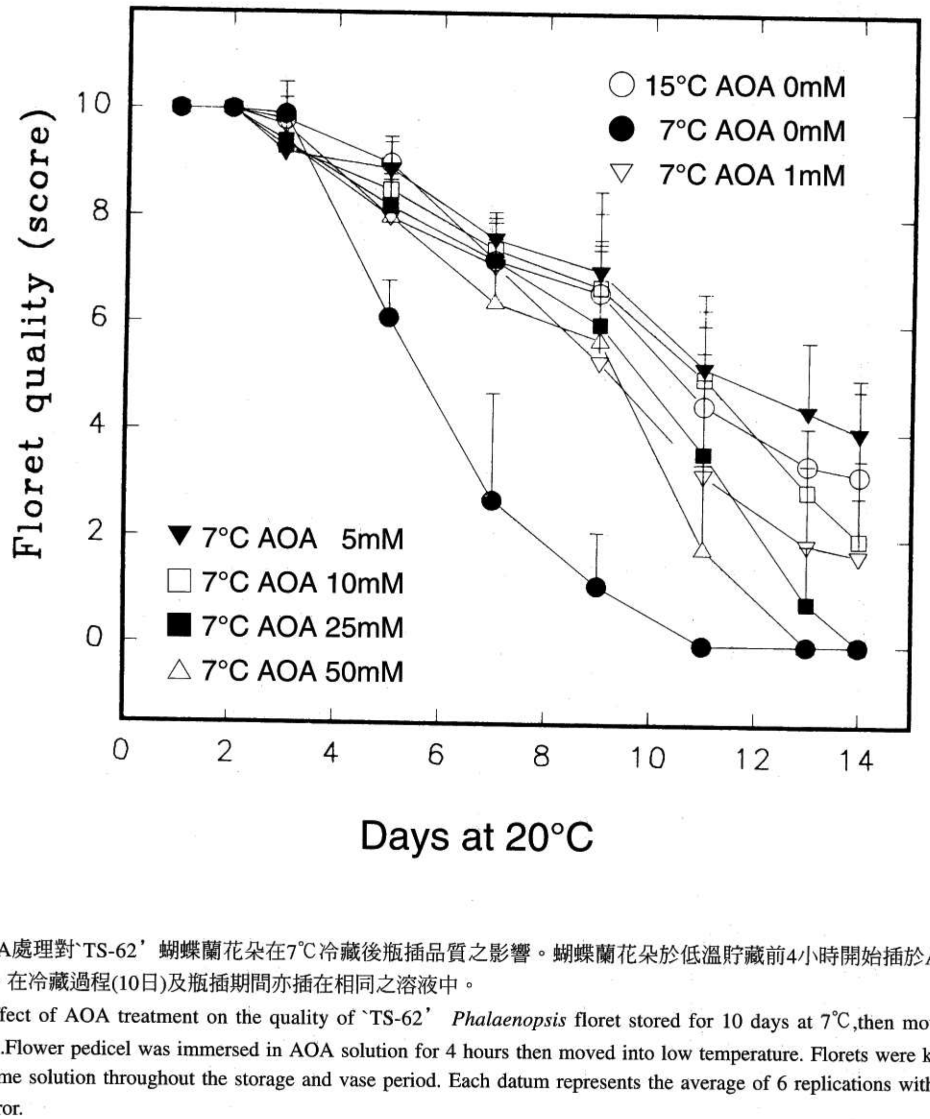

圖2. AOA處理對`TS-62' 蝴蝶蘭花朵在7℃冷藏後瓶插品質之影響。蝴蝶蘭花朵於低溫貯藏前4小時開始插於AOA溶液中，在冷藏過程(10日)及瓶插期間亦插在相同之溶液中。

Fig.2. Effect of AOA treatment on the quality of `TS-62' *Phalaenopsis* floret stored for 10 days at 7℃,then moved to 20 ℃.Flower pedicel was immersed in AOA solution for 4 hours then moved into low temperature. Florets were kept in the same solution throughout the storage and vase period. Each datum represents the average of 6 replications with standard error.

(二)花朵冷藏後於蕊柱滴AOA對花朵品質之影響

花朵於7℃貯藏10日後立即以5～50mM AOA滴於蕊柱，所有處理均能明顯地改善花朵7℃冷藏後之老化現象(圖3)，其中以25mM AOA之處理效果最好，可將花朵瓶插品質提高至與15℃處理者相同。以5mM AOA處理之效果較弱，以50mM AOA處理則會有藥害，使蕊柱及小花梗均受傷而發生潰爛，於瓶插後期快速老化。25mM AOA亦會使蕊柱有輕微之傷害。

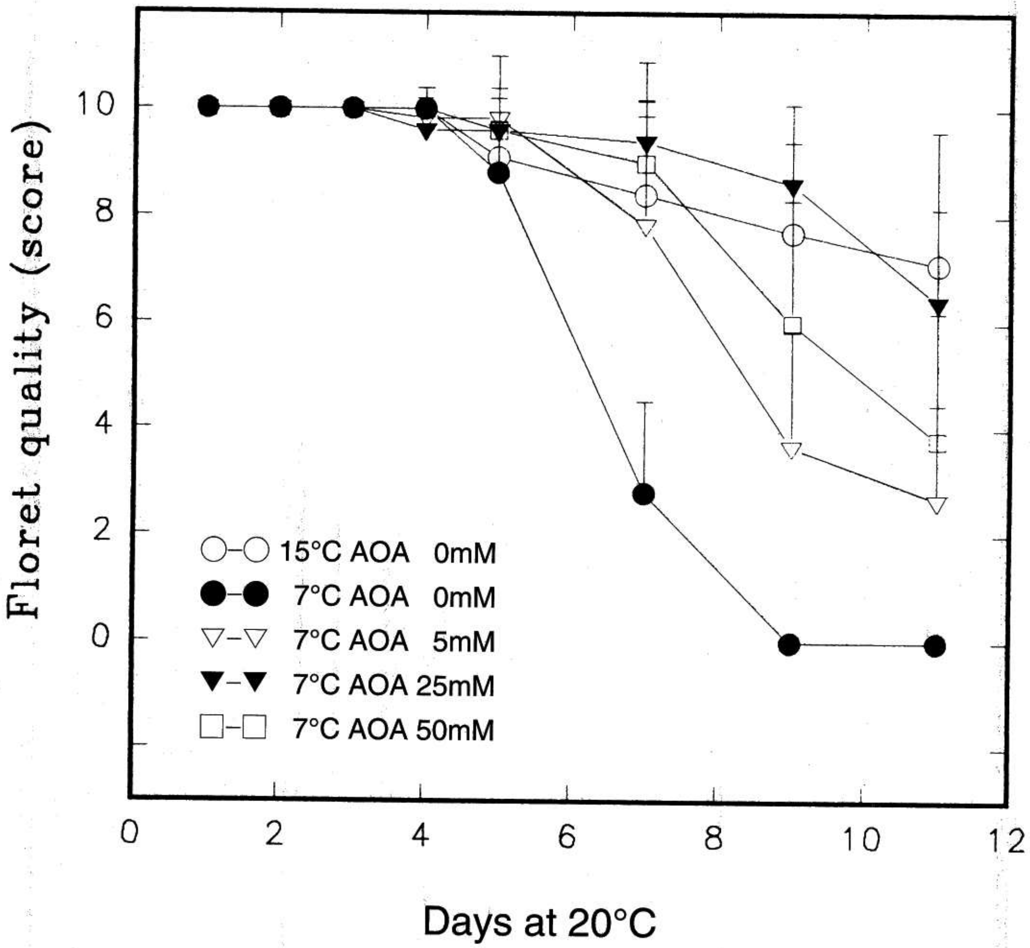

圖3. AOA滴於蕊柱處理對經7℃冷藏10日後之`TS-62' 蝴蝶蘭花朵瓶插品質之影響。花朵於出庫時立即以AOA液滴於蕊柱上柱頭之孔穴，7小時後再處理一次，瓶插次日再處理2次。

Fig.3. Effect of AOA dripping treatment on the quality of `TS-62' *Phalaenopsis* floret after stored at 7℃ for 10 days. AOA was dripped into the stigma cavity of column immediately after storage. The same treatment was repeated 7 hours later the same day, and repeated twice the second day. Each datum represents the average of 6 replications with standard error.

(三)花朵冷藏後於蕊柱滴AOA對乙烯生成之影響

花朵於7℃貯藏10日後，在20℃中瓶插時會快速老化，以25mM AOA滴於蕊柱之處理能有效地防止花朵老化 (圖4A)，在7天之觀察期中，其瓶插品質雖然無法與15℃以水處理之對照組一樣，但是與15℃以AOA處理者相同。15℃中以AOA處理之花朵略有受傷，品質比對照組差一些。

經7℃貯藏後之花朵於20℃瓶插時會有很明顯地乙烯生成，而在15℃貯藏者則幾乎沒有乙烯的生成(圖4B)，經7℃冷藏者之標準偏差較大是因爲個別花朵乙烯高峰出現的時間不同之故。經AOA滴於蕊柱處理可使7℃處理者之乙烯生成下降到和15℃處理者相同，效果甚爲明顯。

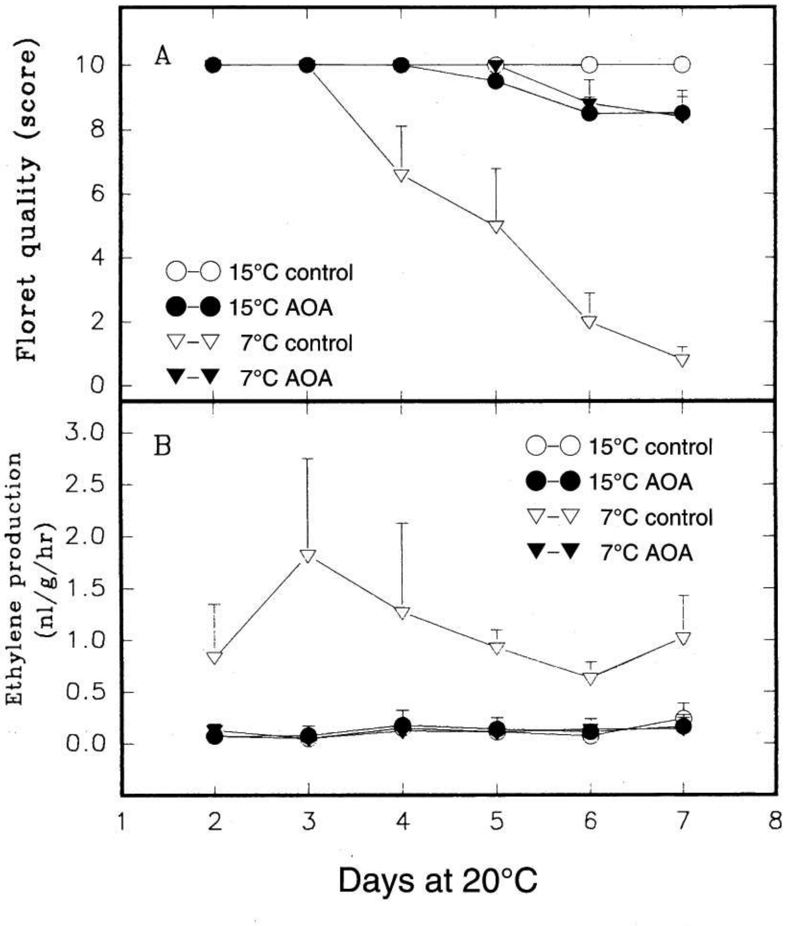

圖4. AOA滴於蕊柱處理對低溫貯藏10日後之`TS-62' 蝴蝶蘭花朵瓶插品質(A)及乙烯生成(B)之影響。花朵於出庫時立即以25mM AOA溶液滴於蕊柱上柱頭之孔穴，7小時後再處理一次，瓶插次日再處理2次。

Fig.4. Effect of AOA dripping treatment on the floret quality (A) and ethylene production (B) of `TS-62' Phalaenopsis floretafter stored for 10 days at 7℃ and 15℃. 25mM AOA was dripped into the stigma cavity of column immediately after storage. The same treatment was repeated 7 hours later the same day, and repeated twice the second day.

Each datum represents the average of 6 replications with standard error.

三、以低壓環境去除乙烯對花朵品質之影響

將經7℃冷藏10日之花朵放在0.2大氣壓之環境下進行瓶插，花朵品質比放在正常氣壓下者明顯地改善(圖5)，雖然比經15℃貯藏並放在正常氣壓下者之表現略差一些，但是與經15℃之低壓中瓶插者相近。重複試驗之結果亦相似，此一結果顯示降低貯藏環境之大氣壓力，可以使經低溫貯藏之蝴蝶蘭花朵恢復正常之開花品質。

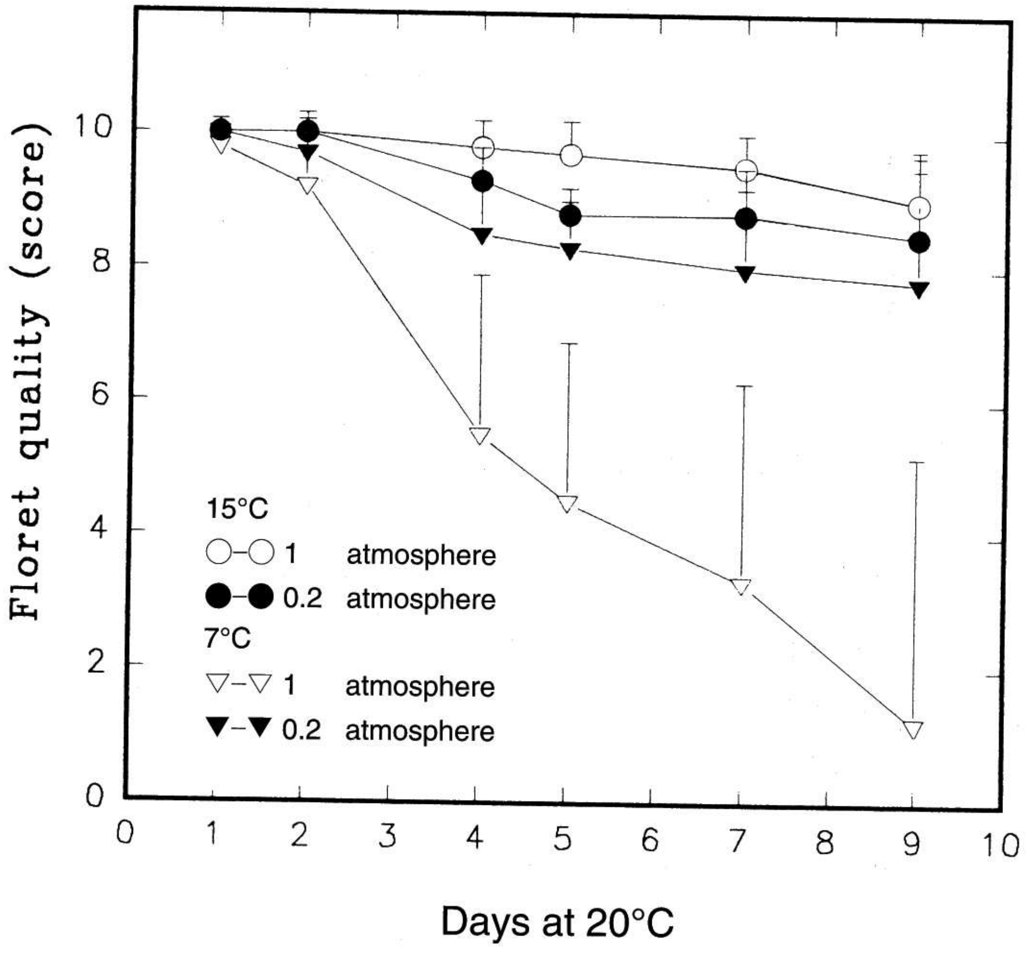

圖5. 低壓環境對經低溫貯藏10日後之`TS-62' 蝴蝶蘭花朵瓶插品質之影響。

Fig.5. Effect of low pressure environment on quality of `TS-62' *Phalaenopsis* floret after stored for 10 days at 7℃. Each datum represents the average of 6 replications with standard error.

四、乙烯作用抑制劑NBD與STS處理對花朵品質之影響

經7℃貯藏10日後之花朵，放入含500ppm NBD之缸中，其瓶插品質之表現完全與15℃貯藏者相似(圖6)，也就是說，原本快速老化的現象完全被NBD所抑制。同樣的，切花先經1mM STS預措再於7℃冷藏後取出瓶插，雖然其品質比15℃處理者略差一些，但與完全沒有處理的對照組相比，也有明顯的效果(圖6)。此外，花朵先以STS預措再經7℃冷藏取出後以1ppm外加乙烯處理12小時，花朵仍能維持與在15℃中貯藏者相近之瓶插品質(圖8E)，因此，這些結果也顯示了STS也可抑制由低溫所引起的老化現象。

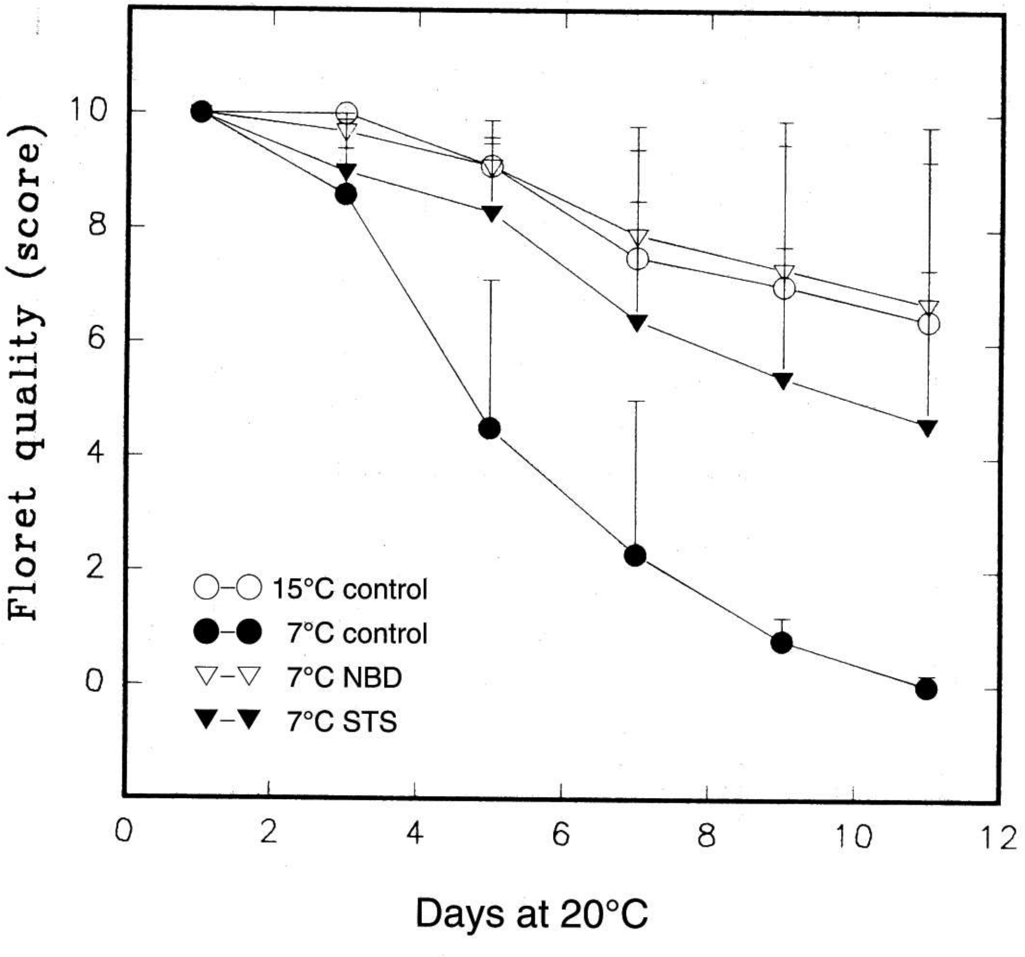

圖6. 2.5正莰二烯(NBD)與硫代硫酸銀(STS)對經低溫貯藏10日後之`TS-62' 蝴蝶蘭花朵瓶插品質之影響。

Fig.6. Effect of NBD and STS on quality of `TS-62' *Phalaenopsis* floret after stored for 10 days at 7℃ and 15℃. Each datum represents the average of 6 replications with standard error.

五、外加乙烯處理之影響

(一) 長時間外加乙烯處理對花朵品質之影響

經15℃貯藏10日之花朵移溫後瓶插於空氣中，在觀察期間花朵品質均維持在8分以上表現正常。但是當瓶插的大氣中含有微量乙烯時，花朵就會快速老化。花朵在0.1ppm乙烯中5天後就降到5分，在0.5及1.0ppm 乙烯下老化速率更快，約3-4天後即降到5分(如圖7A)，因此乙烯作用的飽和點約爲0.5 ppm。經7℃貯藏10日的花朵，在沒有乙烯的環境中，會快速老化，約在4-5天降到5分，若在瓶插環境中加入乙烯，並不會加速其老化，其老化速率與在空氣中者相似(圖7B)。另一方面，在有乙烯的環境中，經 15℃貯藏之花朵比經7℃貯藏者老化更快，在0.5ppm或1.0ppm乙烯中，15℃處理者於瓶插5日時花朵品質已降至2分，而7℃處理者仍在4分以上。

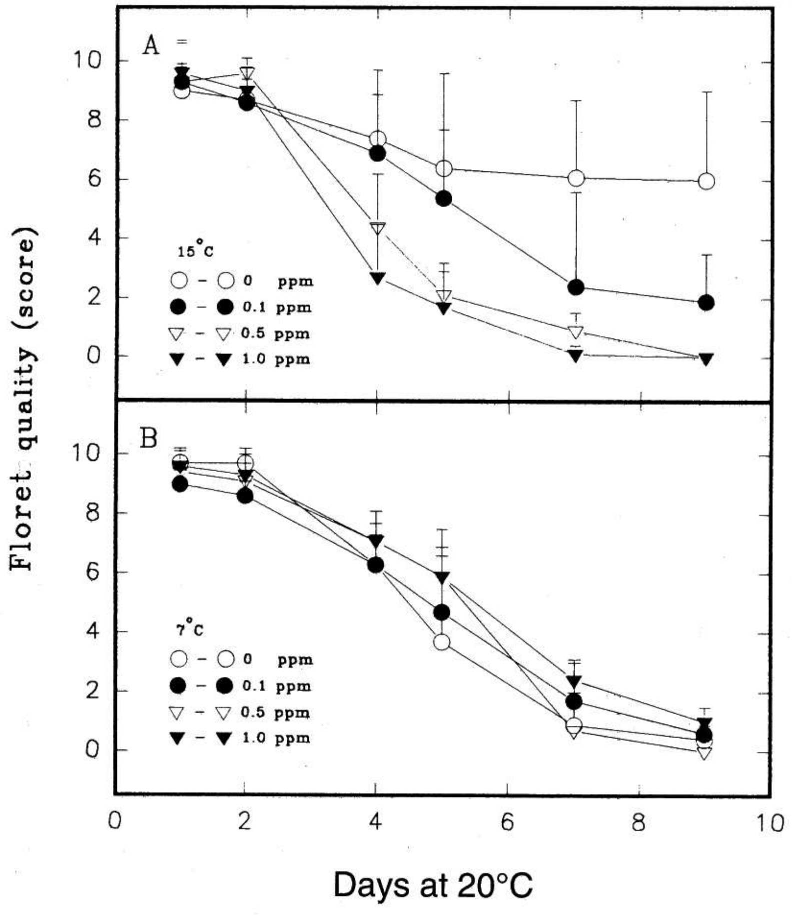

圖7. 外加乙烯對經低溫貯藏10後之`TS-62' 蝴蝶蘭花朵瓶插品質之影響。(A)15℃及(B)7℃。

Fig.7. Effect of exogenous ethylene on quality of `TS-62' *Phalaenopsis* floret after stored at 15℃(A) or 7℃(B) for 10 days. Florets were treated with ethylene throughout the vase period. Each datum represents the average of 6 replications with standard error.

(二)短時間外加乙烯處理對於經ACC、AOA與STS處理之花朵之品質及乙烯生成之影響

蝴蝶蘭花朵在15℃貯藏後，在室溫中以1ppm乙烯處理12小時，就會使花瓣快速老化(圖8AB)；但是對於經過7℃貯藏之花朵，相同的外加乙烯處理並不會改變其花瓣之老化速率，其老化速率大約與未加乙烯者相同(圖8AB)。花朵貯藏後以外加ACC處理，亦會使經15℃貯藏之花朵快速老化，但對於7℃貯藏之花朵，同樣的沒有明顯加速其老化之作用(圖8C)，因此外加ACC之效果與外加乙烯之效果相似。另一方面，用AOA及STS處理花朵可以消減15℃貯藏之花朵因短時間外加乙烯處理而出現之早謝現象 (圖8B、8D、8E)，用AOA及STS處理對於經7℃貯藏並以乙烯處理之花朵，同樣能有效地減緩其老化速度(圖8B、8D、8E)。

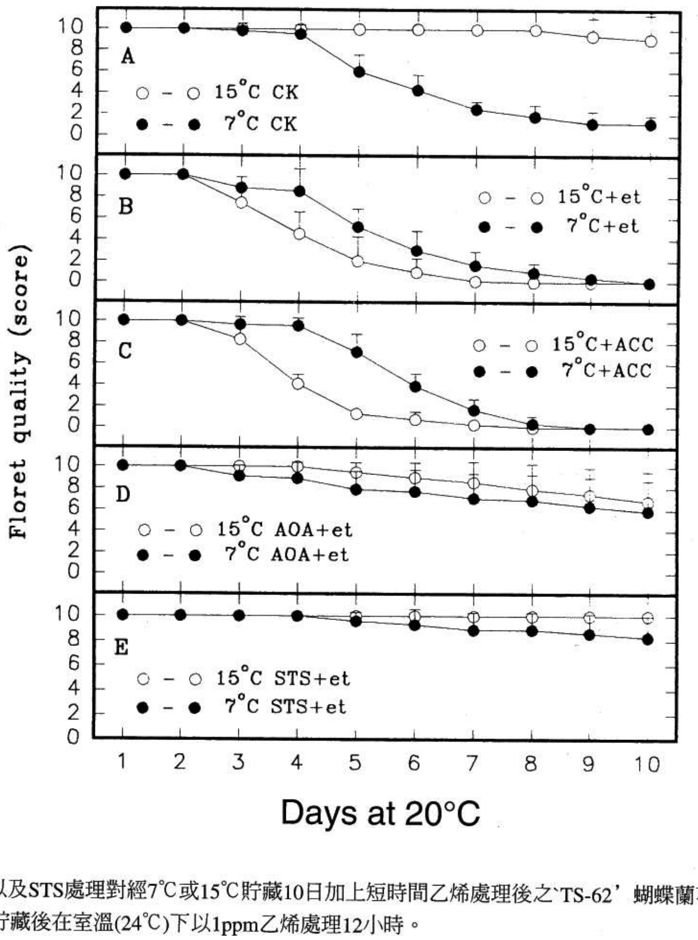

圖8. ACC、AOA以及STS處理對經7℃或15℃貯藏10日加上短時間乙烯處理後之`TS-62’蝴蝶蘭花朵瓶插品質響。
+et：花朵於貯藏後在室溫(24℃)下以1ppm乙烯處理12小時。
+ACC,AOA及STS之處理方法參見材料與方法七(二)。

Fig.8. Effect of ACC、AOA and STS treatment on quality of `TS-62’ *Phalaenopsis* floret after stored for 10 days at 7℃ or 15℃ and a short time ethylene treatment.
+et：floret was treated with 1ppm ethylene at 24℃ for 12 hours upon removal from storage. The treatments of ACC, AOA and STS were described in the text. Each datum represents the average of 6 replications with standard error.

經15℃貯藏之蝴蝶蘭花朵在室溫瓶插時並不會產生乙烯(圖9A)，但是在貯藏後以短時間外加乙烯處理會其產生高量的乙烯(可達15 nl/g/hr)(圖9B)，而7℃貯藏者在經過外加乙烯處理後，產生之乙烯最高只有3 nl/g/hr(圖9B)，和未加乙烯處理者相同(圖9A)。AOA及STS處理均會使經15℃貯藏並以外加乙烯處理之花朵之乙烯生成幾乎完全被抑制，對於經7℃貯藏並以乙烯處理之花朵，同樣有抑制其乙烯生成之作用(圖9D、9E)。因此外加乙烯處理似乎具有催化花朵乙烯主動生成之效果，但此一效果在經7℃貯藏過之花朵中受到相當程度之抑制，而AOA及STS則可以使其幾乎完全被抑制。

外加ACC處理會使經15℃貯藏之花朵很快地產生極高量之乙烯(40～80 nl/g/hr)在瓶插第3天達到最高點，之後花朵開始快速老化(圖8C)。對於經7℃貯藏之花朵，也會促使其產生高量的乙烯20～60 nl/g/hr(圖9C)，在瓶插第4天達到最高點，之後花朵也才開始老化，其開始老化之時間以及老化的速率與經7℃貯藏未加ACC處理者相似(圖8AC)。

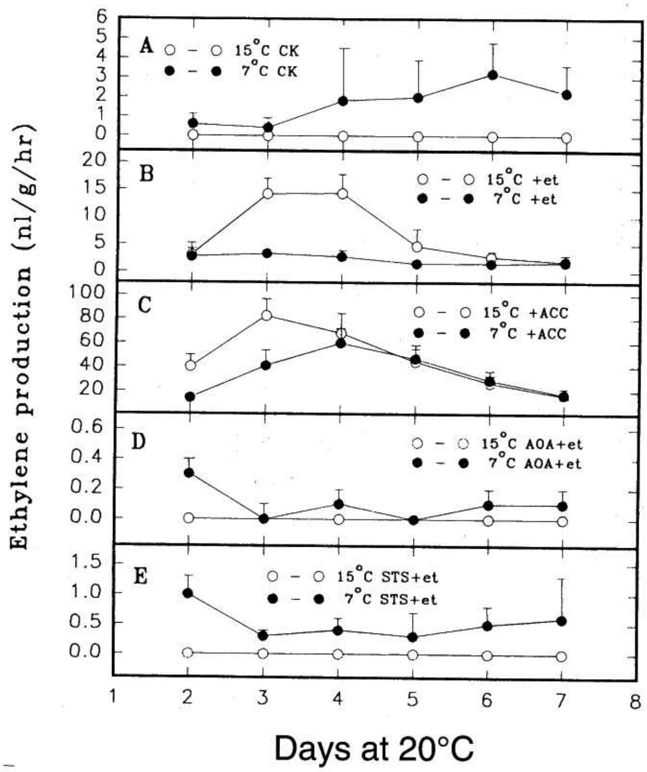

圖9. ACC、AOA以及STS處理對經7℃或15℃貯藏10日加上短時間乙烯處理後之‘TS-62’蝴蝶蘭花朵瓶插時乙烯生成之影響。

+et：花朵於貯藏後在室溫(24℃)下以1ppm乙烯處理12小時。

+ACC,AOA及STS之處理方法參見材料與方法七(二)。

Fig.9. Effect ACC、AOA and STS treatment on ethylene production of ‘TS-62’ *Phalaenopsis* floret after stored for 10 days at 7℃ or 15℃ and a short time ethylene treatment.

+et：floret was treated with 1ppm ethylene at 24℃ for 12 hours upon removal from storage. The treatments of ACC, AOA and STS were described in the text. Each datum represents the average of 6 replications with standard error.

六、低溫處理以及外加乙烯對花朵中ACC含量之影響

經低溫貯藏9日之花朵在貯藏後立即測定花瓣與蕊柱中之ACC含量，結果以7℃貯藏者，不論在花瓣或蕊柱中，都比15℃貯藏者爲高(表一)。尤其以經7℃貯藏花朵之蕊柱中之含量特別高，是經15℃貯藏花朵中之7倍。花朵在貯藏後於室溫中以10ppm乙烯處理2日，7℃貯藏之花朵中之ACC含量沒有明顯的提高，花瓣與蕊柱分別上升了3.5及1.5倍。而15℃貯藏者之ACC含量則有顯著的上升，花瓣與蕊柱分別上升了7倍及30倍(表一)。

表 1. 低溫貯藏及貯後乙烯處理對`TS-62’蝴蝶蘭花朵不同部位之ACC含量之影響。蝴蝶蘭花朵分別在15℃及7℃貯藏9日後取出，乙烯處理爲在貯藏後在20℃中用10ppm乙烯處理2日

Table1. Effect of low temperature storage and post-storage ethylene treatment on ACC content of different flower parts of `TS-62’ *Phalaenopsis* floret . Floret were stored at 15℃ or 7℃ for 9days then treated with 10ppm ethylene at 20℃ for 2days

Storage temp.	Flower [z] parts	ACC content (n mole/g FW)y	
		After storage	After ethylene treatment
15℃	pet	0.07±0.06	0.50±0.37
15℃	clm	0.31±0.29	9.82±4.10
7℃	pet	0.19±0.20	0.68±0.22
7℃	clm	2.23±1.66	3.39±1.14

[Z]clm : column蕊柱，pet : petal花瓣

[Y]Each datum represents the average of 6 replications with standard error.

討　論

本研究之目的爲探討蝴蝶蘭花朵在低溫處理後所產生之乙烯是否爲造成其寒害早謝之重要因子。在本試驗中分別進行了以下之各項問題之探討：1.低溫處理是否會造成花朵之早謝及乙烯之生成? 2.去除乙烯，包括使用乙烯生成抑制劑AOA處理以抑制乙烯生成，或是以低壓環境來抽去花朵內生成之乙烯，是否能消減花朵之早謝現象? 3.抑制乙烯之作用，即以乙烯作用抑制劑(STS及NBD)處理，是否會改善花朵早謝之現象? 4.外加乙烯是否會促使花朵早謝? 以及 5.外加乙烯處理加上ACC、AOA、STS等處理，對於經低溫貯藏花朵老化及乙烯生成有何影響?

由較早之報告證實蝴蝶蘭花朵經7℃貯藏7日或10日即會產生明確的寒害(6)，在本研究中同樣的證實7℃處理會使蝴蝶蘭花朵早謝並促使花朵有明顯之乙烯生成(圖1)。

以乙烯生成抑制劑AOA供7℃處理之蝴蝶蘭花朵吸收，可以有效地改善冷藏後花朵早謝之現象(圖2)，以AOA滴於花朵之蕊柱亦有很好的效果，並且明顯地降低乙烯之生成(圖3、圖4)。將花朵置於低壓環境來去除花朵內之乙烯同樣的可以消減花朵早謝之現象(圖5)，如此之結果表示抑制乙烯生成或去除花朵中之乙烯可以改善蝴蝶蘭花朵寒害早謝之症狀。

以乙烯作用抑制劑STS在花朵冷藏前做預措處理以及用NBD在冷藏後處理亦能有效地減緩冷藏後花朵之老化速率(圖6)。綜合這些結果，顯示乙烯和蝴蝶蘭花朵寒害之快速老化可能有很大的關係。

外加乙烯處理會使15℃貯藏之蝴蝶蘭花朵(正常花朵)快速老化，對7℃貯藏者卻無明顯之作用(圖7、8B)。外加乙烯促使15℃貯藏花朵老化之作用，會因AOA及STS處理而消減(圖8B、8D、8E)。由於STS具有抑制乙烯之作用(26)，因此會降低花朵對乙烯之敏感性；而AOA則是一種乙烯之生成之抑制劑(31)，因此能抑制蝴蝶蘭花朵之乙烯之生成，即使在外加乙烯處理下，花朵亦無法產生乙烯(圖

9D)。這些結果顯示，外加乙烯促使花朵老化之作用可能需要花朵自行生成高量的乙烯，以及花朵需要對乙烯具有高度的敏感性兩個條件，因此即使用外加乙烯處理對於經AOA或STS處理之正常花朵均不會加速老化。

經7℃貯藏之蝴蝶蘭花朵對於短時間外加乙烯之反應不顯著，可能的原因是低溫同使使得花朵自行生成乙烯的能力降低以及使得花瓣對乙烯之反應減少之緣故。試驗之結果中，以短時間外加乙烯處理可使15℃貯藏者產生高量之乙烯(可達15nl/g/hr)(圖9B)，但對於7℃貯藏者，乙烯之產生沒有促進的作用，只有3nl/g/hr(圖9B)，和7℃貯藏未加乙烯處理者相同(圖4)，此一結果說明受到寒害之花朵在外加乙烯處理下無法被誘發產生更多之乙烯。另一方面，7℃貯藏之花朵於外加ACC處理後，花朵會產生高量之乙烯20～60nl/g/hr(圖9C)，但花朵之老化仍沒有像15℃貯藏者在ACC處理後之快速，而和未加ACC之7℃貯藏者類似(圖8A、8C)，此一結果顯示受到寒害之花朵對於乙烯之敏感性有顯著地降低。因此，外加乙烯對於7℃貯藏之蝴蝶蘭花朵並沒有促進老化之作用，這種受到寒害之花朵之老化行爲可能只會受到它本身產生之微量乙烯所影響。

由前述幾項結果可以歸納出以下的結論，就是蝴蝶蘭花朵因寒害所產生之乙烯和花朵因寒害所發生之早謝有密切之關係。這項結論和以往植物寒害生理的研究結果不同，在胡瓜幼苗中，其寒害不受AOA處理所減輕[28]，在菜豆中，植株以STS或NBD處理亦不會減輕其寒害症狀[25]，因此乙烯一直被認爲和寒害症狀的發生或嚴重性無關[12]。本研究之所以會有不同之結論，可能在於作物受到寒害的程度不同。胡瓜幼苗以5℃低溫處理2日後，植株會受到嚴重的寒害(最高5級之第4級)[28]，菜豆之試驗雖未說明植株之寒害程度，但是以5℃處理10日，其傷害應該也很嚴重，因此作物可能已經失去對外加藥劑處理之反應能力。本研究室較早之報告曾指出蝴蝶蘭切花在11℃貯藏會使花苞受傷，以STS或STS配合糖處理可以顯著地改善其症狀；在5℃貯藏則受傷嚴重，以STS處理並無任何效果[5]，因此表示藥劑處理之有效性與寒害嚴重程度有很大之關係。在本試驗中，花朵經7℃貯藏後出庫時，外觀尚無寒害症狀(品質仍在10分)，在移溫後花朵才會出現早謝，因此是屬於程度較輕的寒害，細胞對於外加的各種處理都會有一些反應。因此本試驗之結論只是認爲蝴蝶蘭花朵在受到中等程度寒害時之早謝症狀與花朵所產生之乙烯有密切之關係，當花朵在更低溫度或更長時間下發生嚴重寒害時，乙烯之角色已不如細胞內部其他生理代謝或胞器構造所受到之創傷來得重要，因此抑制乙烯之生成或作用就沒有什麼效果。

康乃馨經0℃冷藏，於室溫瓶插時會有乙烯生成，且瓶插壽命縮短[21]，玫瑰花(CR. Mercedes)經過冷藏(3℃10日或17日)，移溫後乙烯生成會被促進，瓶插壽命也縮短[11]。在冷藏前以STS預措可以部分改善其瓶插時之表現，因此，乙烯也曾被推測是造成此等花朵瓶插壽命降低之因素之一[20]。但是有進一步的研究指出STS對於細胞膜之完整性有安定作用[19]，有助於玫瑰花朵對低溫之忍受性，因此無法確定STS之效果是因爲抑制乙烯之作用或是因爲對膜之保護所導致[11]。本試驗中，花朵在冷藏前做STS預措，因此STS在冷藏後在表現出來之效果不能排除對膜的保護有參與其作用。同樣的，也有報告指出AOA對細胞膜有維持穩定之作用[19]，因此也應考慮其參與防止花朵老化之可能性。不過，本試驗中使用了多項與乙烯有關之處理包括AOA、低壓環境以及NBD，而且都是在冷藏之後進行處理，其結果除了有減緩老化之效果外，對於抑制乙烯生成或作用的效果也很明顯，因此可說明乙烯在蝴蝶蘭花朵寒害早謝現象中，確實是具有重要之角色。

7℃貯藏之蝴蝶蘭花朵能夠產生一些乙烯(3 nl/g/hr)，但在外加ACC處理後可使其乙烯生成速率大增(20～60 nl/g/hr)(圖9A、9C)，表示受到寒害後蝴蝶蘭花朵中之ACC氧化酵素(ACC Oxidase)ACO之活性仍然很高，未受到低溫的破壞。有不少報告指出植物在受到嚴重寒害之後不能產生乙烯，是因爲

ACO活性降低所致。如不耐冷的菜豆品種，在冷藏後產生較少的乙烯，但累積較高量的ACC(13)；胡瓜在低溫中冷藏時間加長，乙烯生成量會降低而ACC含量則升高[30]；酪梨在冷藏後無法產生乙烯與後熟[10]等，這些情況均被解釋爲低溫使ACO受損之故[30]。本試驗以蝴蝶蘭花朵爲材料，所用之低溫處理條件比較溫和，因此未造成ACO之損傷。綜合而言，本試驗之結果顯示低溫會促進乙烯前驅物ACC之合成(表一)，此ACC在移溫後受到ACO的作用，造成花朵有明顯的乙烯生成，進而促使花朵老化。另一方面，未受到寒害的花朵，在給於乙烯處理後會生成大量的ACC，進而轉變爲乙烯，同樣造成花朵的快速老化。後者很明顯地是受到乙烯自動催化作用機制的影響，但受到寒害的花朵則並未表現出乙烯自動催化的行爲(圖9B)。因此二者雖然都表現出乙烯促進花朵老化之結果，但卻是由不同的調控機制造成各自的乙烯生成。

引用文獻

1. 李　哖。1988。蝴蝶蘭之生長與開花生理。蘭花生產改進研討會專集。21-32頁。台東區農業改良場編印。
2. 林雨森。1988。蝴蝶蘭切花採收後生理與老化。國立台灣大學園藝研究所碩士論文。170頁
3. 黃肇家。1995。蝴蝶蘭切花低溫生理障礙之研究。國立台灣大學園藝研究所博士論文。110頁
4. 黃肇家、林學正、王怡玎。1988。改善蝴蝶蘭切花採收後品質之研究。蘭花生產改進研討會專集。33-40頁。台東區農業改良場編印。
5. 黃肇家、陳雪姿、王自存。1995。貯藏溫度與藥劑處理對蝴蝶蘭切花品質之影響。中華農業研究 44：439-455。
6. 黃肇家、潘美惠、王自存。1997。蝴蝶蘭花朵寒害後不同部位之老化、乙烯生成及電解質滲漏。中華農業研究 46：167-180。
7. Borochov, A. and W. R. Woodson, 1989. Physiology and biochemistry of flower petal senescence. Hort. Rev. 11:16-43.
8. Buescher, R. W. 1977. Hardcore in sweet potato roots as influenced by cultivar, curing, and ethylene. HortScience 12:326-327.
9. Chaplin, G. R., R. B. H. Wills, and D. Graham, 1983. Induction of chilling injury in stored avocados with exogenous ethylene. HortScience 18:952-953.
10. Eaks, I. L. 1983. Effects of chilling on respiration and ethylene production of ‘Hass’ avocado fruit at 20℃. HortScience 18:235-237.
11. Faragher, T. D., E. Wachtel, And S. Mayak, 1987. Changes in the physical state of membrane lipids during senescence of rose petals. Plant Physiol. 83:1037-1042.
12. Field, R. J. 1990. Influence of chilling stress on ethylene production. pp.235-253. In: Wang, C. Y. (ed). Chilling injury of horticultural crops. CRC Press, Inc. Florida.
13. Guye, M. G., L. Vigh, and J. M. Wilson, 1987. Chilling-induced ethylene production in relation to chill-sensitivity in *Phaselous* spp. J. Expt. Bot. 38:680-690.
14. Halevy, A. H. and S. Mayak, 1981. Senescence and postharvest physiology of cut flowers-Part 2. Hort. Rev. 3:59-143.
15. Kader, A. A. and L. L. Morris, 1975. Amelioration of chilling injury symptoms on tomato fruits. HortScience. 10:324-327.
16. Lee, S. K. and R. E. Young, 1984. Temperature sensitivity of avocado fruit in relation to C2H4 treatment. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109:689-692.
17. Lipton, W. J., Y. Aharoni, and E. Elliston, 1979. Rates of CO2 and ethylene production and of ripening of `Honey Dew' muskmelons at a chilling temperature after pretreatment with ethylene. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 104:846-849.
18. Lizada, M. C. C., and S. F. Yang. 1979. A simple and sensitive assay for 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid. Anal. Biochem. 100:140-145.
19. Mayak, S., A. Borochov, and T. Tirosh, 1985. Transient water stress in carnation flowers : effect of amino-oxyacetic acid. J. Expt. Bot. 36:800-806.
20. Mayak, S. and J. D. Faragher, 1986. Storage environment related stresses and flowers senescence. Acta Hort. 181:33-43.
21. Paulin, A., F. Kerhardy, and B. Maestri, 1985. Effect of drought and prolonged refrigeration on senescence in cut carnation (*Dianthus caryophyllus*). Physiol. Plant. 64:535-540.

22. Reid, M. S. 1989. The role of ethylene in flower senescence. Acta Hort. 261:157-169.
23. Reid, M. S. 1992. Ethylene in postharvest technology. pp.97-108. In: Kader, A. A. (ed). Postharvest technology of horticultural crops. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Publication 3311.
24. Saltveit, M. E. and L. L. Morris, 1990. Overview on chilling injury of horticultural crops. pp. 1~15. In: C. Y. Wang (ed). Chilling Injury of Horticultural Crops. CRC Press, Inc. Florida.
25. Tong, C. B. S., and S. F. Yang, 1987. Chilling-induced ethylene production by beans and peas. J. Plant Growth Regul. 6:201-208.
26. Veen, H., and S. C. Geijn, 1978. Mobility and ionic form of silver as related to longevity of cut carnations. Planta 140:93- 96.
27. Wang, C. Y. 1982. Physiological and biochemical responses of plants to chilling stress. HortScience 17:173-186.
28. Wang, C. Y. 1987. Changes of polyamines and ethylene in cucumber seedlings in response to chilling stress. Physiol. Plant. 69:253-257.
29. Wang, C. Y. 1990. Chilling injury of horticultural crops. CRC Press, Inc. Florida. 313pp.
30. Wang, C. Y., and D. O. Adams, 1982. Chilling-induced ethylene production in cucumbers (*Cucumis sativus* L.). Plant Physiol. 69:424-427.
31. Yang, S. F. 1980. Regulation of ethylene biosyntheses. HortScience 15:238-243.

Role of Ethylene in the Early Senescence of Chilling Injured *Phalaenopsis* Floret[1]

Chao-Chia Huang,[2] Tsu-Tsuen Wang[3] and Hui-Sui Huang[4]

Summary

Phalaenopsis florets after had been stored at 7℃ for 7 or 10 days exhibited early senescence as a symptom of chilling injury. Noticeable amount of ethylene production were observed ahead the onset of floret senescence. The role of ethylene in the chilling-induced early senescence of *Phalaenopsis* floret was studied.

Dripping aminooxy acetic acid (AOA) into the cavity of column right after cold storage inhibited ethylene production and retarded the early senescence. Holding florets under 0.2 atmosphere pressure after cold storage also delayed senescence. Both pulsing cut flower with silver thiosulfate(STS) before cold storage, and treating florets with 2,5-norbornadiene(NBD) after cold storage were effective in slowing down the senescence rate of these florets. These data indicated that ethylene might play an important role in the early senescence of chilling injured *Phalaenopsis* floret.

Short time exposure of exogenous ethylene induced rapid senescence in non-chilled *Phalaenopsis* florets, but didn' t affect the senescence rate of chilled florets. Ethylene treatment also induced high amount of ethylene production in non-chilled florets but had very little effect on the ethylene production rate of chilled floret. The ACC content in the column of non-chilled floret was unchanged after storage but increased 30 fold after 2 days of ethylene treatment. The ACC content in the column of chilled floret increased 7 fold after cold storage but increased only 1.5 fold after ethylene treatment. High levels of ethylene production were observed in both non-chilled and chilled florets upon feeding with ACC, indicating the intactness of ACC oxidase(ACO) in both systems. Pulsing cut flowers with STS before cold storage, or dripping AOA onto floret column after cold storage, effectively inhibited ethylene production and rapid senescence in those ethylene-treated non-chilled florets as well as in those chilled florets. It was suggested that these two ethylene-related senescence processes were regulated through two different ethylene biosynthesis systems. In non-chilled florets, both ethylene sensing and ethylene induced autocatalytic ethylene production were required for the ethylene-induced senescence. But in chilled florets, chilling induced endogenous ethylene synthesis was responsible for floret senescence and the ethylene sensing and the autocatalytic ethylene production system were damaged after chilling treatment.

key words：*Phalaenopsis*, Cut flower, Senescence, Chilling injury, Ethylene.

---

1. Contribution No. 1994 from Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. This paper is a part of the doctor thesis of senior author. This study was supported in part by grants from Council of Agriculture, Executive Yuan, ROC.
2. Associate Researcher TARI. Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Associate Professor, Department of Horticulture, National Taiwan University
4. Project Assistant TARI. Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 48(3): 101～109 (1999)

抗臺灣地區白葉枯病之稻品種篩選[1]

張義璋 謝麗娟[2]

摘要：本研究爲尋找出抗臺灣地區稻白葉枯病之稻品種系，以17株白葉枯病菌株接種111個稻品種系，共3年5期作之試驗。接種源以濃度$10^{9\text{-}10}$cells/ml做剪葉接種。結果病原菌以XF 17、XM 1、XH 2、XM 10及XH 24-b等5株菌株之致病力較強。稻品種系以IR 4442-46-3-3-3、IR 22、IR 22082-41-2、Malagkit songsong、IR 29、IR 30、IR 20'、IR 28、IR 20、台農秈19號、嘉農秈6號、IR 1514A、B 5354-5D-MR-1、IR 1545-339、IR 26'等15個稻品種系之抗病性較強，可供抗病育種之參考。其中IR 20'和IR 26'皆爲1992年自IRRI再引進之品系。

關鍵詞：水稻品種、稻白葉枯病、白葉枯病菌、生理小種、抗病性。

前　言

稻白葉枯病爲臺灣地區稻作主要流行病害之一，近年來本病害已逐漸普遍且日益嚴重，其破壞性已有凌駕稻熱病之勢。依據農林廳報告[2]，1980年以前，第一期作甚少發病；第二期作亦僅1968、1970、1975及1977年等發病面積達一萬公頃以上，未超過二萬公頃。1981年後，每年第二期作發病面積均在一萬五千公頃以上，其中1985、1989及1994年等均高達四萬公頃以上，頗爲嚴重；第一期作也常有發生，如1989、1990及1992年的一期稻作，發病面積均達一萬公頃以上。是知本病害不論一期作或二期作，對臺灣稻作已造成相當程度的威脅，並嚴重地影響水稻米質及產量。

本病病原菌爲細菌*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*，具有生理型之分化。世界各地之水稻栽培區，因所栽培品種及環境的不同，其所存在之生理型亦有差異。日本、菲律賓等國已有關於稻白葉枯病菌具不同病原群之報告[7,12,13,14,15,16,17,18,21,23,24,28]。Horino氏等[19,20]再以日本及菲律賓之稻白葉枯病菌菌株，比較兩地菌系群之判別品種體系，結果發現兩地的菌系與判別品種之反應有差異，而認爲不同地區具有不同的病原群分布。故各不同地區宜各自發展其適用之判別品種體系，進而找出合適之抗病品種。國內本地有關稻白葉枯病菌生理小種(生理型、病原型)之研究，謝[3,4]及簡等[1,5,6]均報告田間菌株有不同生理小種之存在，且臺灣大部份菌株之致病力甚強。至於抗病性之研究，國外已有報告具有抗病基因之稻品種系，包括IR 8(Xa-11)，IR 20、IR 22、Tkm 6(Xa-4)，IR 28、IR 29、IR 30(Xa-1、Xa-12)，IR 1545-339(xa-5)，DV 85(Xa-7)，Cas 209(Xa-10),Kogyoku(Xa-1、Xa-12)，Rantai Emas(Xa-1、Xa-2)，Java 14(Xa-1、Xa-3、Xa-12)及Tkm 6(Xa-4)等[8,23,25,26,27]。國內則謝[4]指出只有分別帶 Xa-4、xa-5及Xa-7基因之IR 20、IR1545-339及DV 85等3個國外品種(系)及臺灣地區之高雄秈 7號，因表現較抗性，比較適合本地區之抗病育種親本。簡等[6]之報告，則上述4個品種(系)對本地區稻白葉枯病大部份菌株均具感病

---

1. 行政院農業委員會農業試驗所　研究報告第 1995號。
2. 本所植物病理系副研究員、助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

性，而臺農秈 12號、臺農秈 18號、臺農秈 19號及臺南秈 15號等4個品種均具有較廣之抗病性。兩者報告間之差異，可能係與供試菌株不同有關，因此有必要做進一步探討，並尋找抗本地區主要病原型之品種系。本研究旨在尋找出並確定適合做爲臺灣地區抗稻白葉枯病親本之稻品種系，並可預察其抗病基因，以供抗病育種之參考。

材料與方法

一、白葉枯病菌供試菌株

由臺灣各地區共分離得426株稻白葉枯病菌株，自1989年起，以國內推廣品種及國外(日本、菲律賓)具抗病基因之判別品種，共60個品種系接種，共進行了2年的菌株篩選工作。依稻品種間感病度的差異及菌株間致病力之不同，共篩選出各具不同致病性之17株代表菌株，包括 XH 29-a、XH 1、XH 29-b、XG 9、XH 31、XF 20、XH 34、XF 17、XM 9、XM 83、XM 7、XM 1、XH 2、XF 35、XM 10、XH 24-b及XF 13等做爲本試驗的供試菌株。

二、供試稻品種系

選自國外報告具有抗病基因之稻品種，包括 IR 8(Xa-11)、IR 20(Xa-4)、IR 22 (Xa-4)、IR 1545-339(xa-5)、DV 85(xa-5、Xa-7)、Cas 209(Xa-10)、Kogyoku(Xa-1、Xa-12)、Rantai Emas(Xa-1、Xa-2)、Java 14(Xa-1、Xa-3、Xa-12)及Tkm 6(Xa-4)等，另外還包括 IR 26、Tetep、Tadukan、南粳 15、高雄秈7號、臺農秈 12號、臺農秈 18號、臺農秈 19號、臺南秈 15號及一般推廣品種等。又於1992年自菲律賓國際稻米研究所再引進的品種系，如 IR 8'、IR 20'、IR 26'、Kinmaze'、Kogyoku'、Zenith'、Sateng'等共7個。其他也有陸續才增加參試者。前後共計111個供試品種系。

三、白葉枯病菌之接種

於田間栽植所有供試稻品種系，待生長至分櫱盛期時進行接種。接種時先將保存之17供試菌株，以Wakimoto's固體培養基更新移植，使病菌活化，然後移入Wakimoto氏液體培養基內振盪培養72小時，其濃度約在10^{9-10}cells/ml，再於田間以剪刀沾浸上述所培養菌液，依剪葉法各接種於所有供試稻品種葉上[9,10,11,28]。每一稻品種系接種15叢，每處理3重複。

四、調查方法

接種後3週，調查各品種系之罹病級數，依發病面積佔全葉面積之百分率爲其判定依據，1 %以下爲1級、1-5 %爲3級、6-25%爲5級、26-50%爲7級、51-100%爲9級。每處理調查15叢，求其平均值，2.0以下者訂爲抗病"R"型，2.1-5.0爲中間"M"型，5.1以上爲感病"S"型[22]。

結　　果

一、菌株之致病性

以17株稻白葉枯病菌株接種供試111個稻品種系，共3年5期作的試驗結果，將感病型換算成致病率，依17株菌株接種後呈現不同之致病率來看，在5期作中各期作之總平均致病率，以1992年二期作的73.3%爲最低，其餘都在90%以上，尤以1991年二期作之總平均致病率96.6%達最高。另5期作中各菌株之總平均致病率，以XM 83的78%爲最低；而以XF 17、XH 2、XM 10 和XH 24-b等4個菌株平均爲最高，分別是95.9、96.2、97.5和95.5%，即大部份品種系對此4個菌株之抗性較弱（見表1）。

二、稻品種系之抗病性

其次比較各稻品種系對17菌株之抗感病性反應，在所有111個供試稻品種系中，於試驗最初有參加供試的如Tetep、臺中 189號、臺農秈 12號、嘉農秈 11號、臺中秈 3號、臺中秈 10號、臺中秈 16號、

表 1. 稻白葉枯病菌17株菌株於5期作中接種所有供試稻所呈現不同之致病率(%)

Table 1. Average virulence of 17 Taiwanese isolates of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* to tested rice varieties/lines through 5 crop seasons

Isolate	1991		1992		1993	Average
	I	II	I	II	I	
1[z]	85.7	98.4	92.5	69.8	97.5	88.8
2	90.5	100.0	93.8	61.6	93.8	87.9
3	96.8	100.0	96.3	65.1	95.1	90.7
4	88.9	100.0	96.3	61.6	97.5	88.9
5	96.8	100.0	95.0	57.0	87.7	87.3
6	98.4	100.0	96.3	69.8	97.5	92.4
7	84.1	100.0	91.3	59.3	86.4	84.2
8	98.4	100.0	98.7	83.7	98.8	95.9
9	95.2	95.2	93.8	74.1	97.5	91.2
10	74.6	68.3	85.0	72.1	90.1	78.0
11	74.2	98.4	90.0	72.1	93.8	85.7
12	85.5	100.0	100.0	82.6	96.3	92.9
13	100.0	100.0	98.7	84.9	97.5	96.2
14	76.2	96.8	94.9	72.9	95.1	87.2
15	100.0	92.1	100.0	96.5	98.8	97.5
16	98.4	93.7	98.7	89.4	97.5	95.5
17	96.8	100.0	96.2	74.1	98.8	93.2
Average	90.6	96.6	95.2	73.3	95.3	90.2

[z] 1:XH 29-a、2:XH 1、3:XH 29-b、4:XG 9、5:XH 31、6:XF 20、7:XH 34、8:XF 17、9:XM 9、10:XM 83
11:XM 7、12:XM 1、13:XH 2、14:XF 35、15:XM 10、16:XH 24-b、17:XF 13

高雄秈 1號、臺中在來 1號、新竹矮腳尖、低腳烏尖、烏尖 2號、烏粒、赤殼、桃園硬尾、青心仔、崑山五香粳、Sensho、Cutsugucul、Natala、高腳柳州、高雄大粒清油、臺中低腳烏尖、蘇御稻、IR 153等25個品種系，於最初參試中田間接種結果，對17菌株均表現極感病性，故後來就不再參試。

其餘86品種系，經5期作田間接種的結果，以DZ 192對所有17菌株皆呈現"S"級反應，屬最感病性品種。其次是Rantai Emas有15個"S"級2個"M"級反應，和Semora Manga的12個"S"級5個"M"級反應，以及IR 8的10個"S"級7個"M"級，亦皆屬較感病性品種。而其平均罹病度具1個以上"R"級，且都未出現"S"級者，有 IR 4442-46-3-3-3、IR 22、IR 22082-41-2、 Malagkit songsong、IR 29、IR 30、IR 20'、IR 28、IR 20、臺農秈 19號、嘉農秈 6號、IR 1514A、B 5354-5D-MR-1、IR 1545-339 和 IR 26' 等15個屬較具強抗病性之品種系。另外對17菌株之平均罹病度皆表現"M"級者，如IR 26、Tkm 6、臺農 61號、新竹 56號、嘉南 8號、高雄 139號、光復 401號、臺中 65號、稗稈稻、高雄 142號、臺東 29號、臺粳 2號、臺粳 3號和臺南 9號等14個品種則屬中抗病性，其中除 IR 26、Tkm 6爲秈稻外，其餘都屬粳稻品種。如表2、表3。

表 2. 86供試稻品種系於5期作接種17株稻白葉枯病菌之總平均罹病度

Table 2. Average disease incidence of 86 tested rice varieties inoculated with 17 isolates of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* through 5 crop seasons

Rice cultivar	Isolate[z]																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1.IR 8[x]	M[y]	S	S	M	M	M	M	S	S	M	S	S	S	M	S	S	S
2.IR 8' [w]	M	M	M	M	M	M	M	S	M	M	S	S	S	M	S	S	M
3.IR 20'	M	M	M	M	M	M	R	M	M	R	M	M	M	R	M	M	M
4.IR 20	M	R	R	M	R	R	R	M	M	R	M	M	M	R	M	M	M
5.IR 1545-339	M	R	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
6.DV 85	M	M	S	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
7.Cas 209	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	S	S	M	S	S	M
8.Kinmaze	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	S	S	M	S	S	M
9.Kinmaze'	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	S	S	M	S	S	S
10.Kogyoku	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	S	S	M	S	M	M
11.Kogyoku'	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	S	S	M	S	M	M
12.Chugoku 45	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	S	M	M	S	M
13.Wase aikoku 3	M	M	M	M	M	M	M	S	S	M	M	M	S	S	M	S	S
14.Rantai Emas	S	M	S	S	S	S	M	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
15.Java 14	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	S	M	M	S	S
16.Nan Keng 15(NG 15)	S	M	M	M	M	S	M	M	M	M	M	M	S	M	M	S	S
17.IR 26	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
18.IR 26'	M	M	M	M	M	M	R	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
19.Tkm 6	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
20.Tadukan	M	M	M	M	M	M	M	S	M	M	M	S	S	S	S	M	M
21.Tainung 61	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
22.Tainung 67	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	S	S	M	M	S	M
23.Tainung 68	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	S	S	M	M	S	M
24.Tainung 69	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	S	S	M	M	M	M
25.Tainung 70	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	S	M	M	M	M
26.Taipei 309	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	S	S	M	M	S	M
27.Taipei 311	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	S	S	M	S	S	M
28.Hsinchu 56	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
29.Hsinchu 64	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	S	S	M	S	S	M
30.Taichung 186	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	S	S	M	S	M	M
31.Taichung 189	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	S	S	M	S	S	M
32.Chianan 8	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
33.Tainan 5	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	S	M	M	M	M	M
34.Tainan 6	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	S	M	M	M	M
35.Kaohsiung 139	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
36.Kaohsiung 141	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	S	S	M	M	S	M
37.Taitung 27	M	M	M	M	M	M	M	M	M	R	M	M	S	M	M	M	M

Table 2. (Continued)

Rice cultivar	Isolate[z]																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
38.Kwangfu 401	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
39.Tainung sen 18	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	S	M	M	M	M
40.Tainung sen 19	M	M	M	M	M	M	R	M	M	R	M	M	M	M	M	M	M
41.Chianung sen 6	M	M	M	M	M	M	R	M	M	R	M	M	M	M	M	M	M
42.Taichung sen 17	M	M	M	M	M	M	M	S	M	M	M	M	S	M	S	M	M
43.Tainan sen 15	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	S	M	M	M	M
44.Kaohsiung sen 7	M	M	M	M	M	M	M	S	M	M	S	S	S	M	S	S	M
45.Taichung 65	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
46.Pai-kan-tao	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
47.Taichung 171	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	S	M	M	M	M
48.Chianung 242	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	S	S	M	S	M	M
49.Kwangfu 1	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	S	S	M	S	S	M
50.Chianung-yu 280	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	S	M	M
51.Taichung-1ine 33	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	S	S	M	S	S	M
52.Kanto 51	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	S	S	M	S	S	M
53.Norin 21	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	S	S	M	S	S	M
54.Tainung 72	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	S	M	M	M	M	M
55.Taichung 190	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	S	S	M	S	S	M
56.Kaohsiung 142	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
57.Taitung 29	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
58.Taikeng glutinous 1	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	S	S	M	M	S	M
59.Tai-keng 1	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	S	S	M	S	S	M
60.Tai-keng 2	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
61.Tai-keng 3	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
62.Tai-keng 4	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	S	M	M	M	M	M
63. Kaohsiung 204	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	S	M	M	M	M
64.Kaohsiung 207	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	S	S	M	M	M	M
65.Ta-po-chu-tzu	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	S	S	M	S	S	M
66.Pankai	M	M	M	M	M	M	R	M	M	M	M	S	S	M	S	S	M
67.IR 1514A	M	M	M	M	M	M	M	M	M	R	M	M	M	M	M	M	M
68.IR 2031	M	M	M	M	M	M	R	M	M	M	M	S	S	M	S	M	M
69.IR 2058	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	S	M	S	M	M
70.ARC 10666	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	S	M	S	S	S
71.Tainan 9	M	M	M	M	M	M	R	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
72.B 5354-5D-MR-1	M	M	M	M	R	M	R	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
73.IR 22082-41-2	R	M	R	M	R	R	R	M	R	R	R	M	M	R	M	M	R
74.IR 4442-46-3-3-3	R	R	R	R	R	R	M	R	R	R	R	R	R	R	M	R	R
75.Malagkit songsong	R	R	R	R	R	M	M	M	M	R	R	R	M	R	M	M	M
76.Zenith	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	S	M	M	M	M
77.Zenith'	M	M	M	M	M	M	M	S	S	S	M	S	S	M	M	S	S
78.Sateng	M	M	M	M	M	M	M	S	M	M	M	S	S	S	S	S	S

Table 2. (Continued)

Rice cultivar	Isolate[z]																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
79.Sateng'	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	S	M	M	M	M
80.Semora Manga	M	M	M	M	S	S	S	S	S	S	S	S	S	M	S	S	S
81.DZ 192	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
82.Elwee	M	M	M	M	M	M	M	M	M	S	M	M	S	M	S	S	M
83.IR 22	R	R	R	R	R	R	R	M	R	R	R	R	M	R	M	R	R
84.IR 28	M	M	M	M	R	M	M	M	R	R	R	M	R	M	M	M	M
85.IR 29	R	R	M	M	R	R	R	M	R	R	R	M	M	R	M	M	M
86.IR 30	R	R	M	M	R	R	R	M	R	R	R	M	M	R	M	M	M

[z] 1:XH 29-a、2:XH 1、3:XH 29-b、4:XG 9、5:XH 31、6:XF 20、7:XH 34、8:XF 17、 9:XM 9、10:XM 83
11:XM 7、12:XM 1、13:XH 2、14:XF 35、15:XM 10、16:XH 24-b、17:XF 13

[y] R=resistant, M=moderately Susceptible, S=susceptible

[x] 國內原有保存之品種系

[w] 1992年自IRRI再引進之品種系

表3. 田間篩選出最具抗病性之稻品種系對供試17株白葉枯病菌之反應

Table 3. The reaction between the highly resistant varieties of rice selected from field screening test and 17 Taiwanese isolates of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* in the field trial

Rice cultivar	Isolate[z]																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
IR 4442-46-3-3-3	R[y]	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	M	R	R
IR 22	R	R	R	R	R	R	R	M	R	R	R	R	M	R	M	R	R
IR 22082-41-2	R	M	R	M	R	R	R	M	R	R	R	M	M	R	M	M	R
Malagkit songsong	R	R	R	R	R	M	M	M	M	R	R	R	M	R	M	M	M
IR 29	R	R	M	M	R	R	R	M	R	R	R	M	M	R	M	M	M
IR 30	R	R	M	M	R	R	R	M	R	R	R	M	M	R	M	M	M
IR 20'[w]	M	R	R	M	R	R	R	M	M	R	M	M	M	R	M	M	M
IR 28	M	M	M	M	R	M	M	M	R	R	R	M	R	M	M	M	M
IR 20[x]	M	M	M	M	M	M	R	M	M	R	M	M	M	R	M	M	M
Tainung sen 19	M	M	M	M	M	M	R	M	M	R	M	M	M	M	M	M	M
Chianung sen 6	M	M	M	M	M	M	R	M	M	R	M	M	M	M	M	M	M
IR 1514A	M	M	M	M	M	M	R	M	M	R	M	M	M	M	M	M	M
B 5354-5D-MR-1	M	M	M	M	R	M	R	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
IR 1545-339	M	R	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
IR 26'	M	M	M	M	M	M	R	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M

[z] 1:XH 29-a、2:XH 1、3:XH 29-b、4:XG 9、5:XH 31、6:XF 20、7:XH 34、8:XF 17、9:XM 9、10:XM 83
11:XM 7、12:XM 1、13:XH 2、14:XF 35、15:XM 10、16:XH 24-b、17:XF 13

[y] R=resistant, M=moderately susceptible, S=susceptible

[x] 國內原有保存之品種系

[w] 1992年自IRRI再引進之品種系

討　論

在5期稻作之接種試驗，第二期作之發病度較第一期作高，但1992年二期作的發病度卻爲5期作中之最低，可能係因該期作時的氣溫比較往年爲低較不利發病所致。另由不同來源共111個參試品種系中所篩選出IR 4442-46-3-3-3等15個最具抗病性品種系均屬秈稻，其中臺農秈 19號、嘉農秈 6號2個品種是臺灣稻品種外，其餘均爲國際稻米研究所所育出。而臺灣地區早期栽植之秈稻品種則均呈現極感。在這些抗病品種系中，IR 22、IR 20、IR 20' 均具有抗病性基因 Xa-4；IR 28、IR 29和IR 30具Xa-1K和Xa-12K基因；IR 1545-339則具xa-5抗病性基因，其餘品種則尙未見其具抗白葉枯病基因之報告，實有待進一步研究以瞭解其抗病基因，並可做爲日後抗病育種之材料。另供試稉稻品種中如臺農 61號、新竹 56號等 12個品種屬中度抗病性。雖然這些稉稻品種之抗病幅度比較秈稻抗病品種系爲窄，但因相互間具有交感作用並似具有橫式田間抗病性，各品種亦均爲優良農藝性狀之推廣品種，爲縮短抗病育種時效，這些品種之交互雜交進行抗病育種之可行性頗高。

引用文獻

1. 廖英明、簡錦忠。1982。水稻白葉枯病菌病原型之研究。農業研究31(4)：321-333。
2. 臺灣省政府農林廳。1966-1997。植物保護工作檢討報告。農林廳編印。
3. 謝式坪鈺。1971。稻白葉枯病抗病性檢定。稻作病害：113-122。
4. 謝式坪鈺。1991。臺灣水稻白葉枯病發生近況與展望。臺灣省農業試驗所特刊 32：117-130。
5. 簡錦忠、洪雲卿。197O。稻白葉枯病之研究 1.接種方法之檢討及稻品種抗病性測定。農業研究19(1)：1-5。
6. 簡錦忠、謝麗娟。1989。本省稻白葉枯病菌病原群之研究I.判別品種之探討。農業研究31(4)：321—333。
7. 山田利昭、堀野修、佐本四郎。1979。イネ白葉枯病抵抗性に關する遺傳育種學的研究。第一報白葉枯病菌I-V菌群に對するニつの新しい反應型品種群の發見。日植病報45(2)：24O-246。
8. 山本剛、小川紹文。1990。海外ニュ-ス:イネ白葉枯病に關する國際稻研究所(IRRI)との共同研究。植物防疫 44(9):20。
9. 加來久敏、木村俊彥、堀眞雄。198O。剪葉接種法によるイネ品種の白葉枯病に對する量的抵抗性の檢定。中國農試報E (17)：17-32。
10. 向秀夫、伊阪實人。1964。イネ白葉枯病病原細菌の生理性質の再檢討 。 日植病報29(1)：13～19。
11. 守中正、加來久敏、堀眞雄、木村俊彥。1978。イネ白葉枯病の剪葉種法の通用條件に關する研究。中國農試報 E(13)：1-16。
12. 守中正、木村俊彥、堀眞雄。1978。近畿、中國、四國地方に分佈するイネ白葉枯病菌の菌系。中國農試報E(14)：1-6。
13. 吉村彰治。1962。稻白葉枯病の發生生態に關する診斷學的研究。北陸農試報第5號：27-176。
14. 和佐野喜久生。1982。イネ白葉枯耐病性品種の育成法について。日作九支報49：7-14。
15. 堀野修。1978。最近の日本におけるイネ白葉枯病病系の分布。日植病報44：297-3O4。
16. Ezuka, A. and O. Horino. 1974. Classification of rice varieties and *Xanthomonas oryzae* strains on the basis of their differential interactions. Bull. Tokai-Kinki Natl. Agr. Exp. Sta. 27:1-19.
17. Kaku, H. and T. kimura. 1978. Reaction types of rice cultivars to strains of *Xanthomonas oryzae*. Bull. Chugoku. Natl. Agric. Exp. Stn. Ser. E. No.13:17-35.
18. Kauffman, H. E., A. P. K. Reddy, S. P. Y. Hsieh and S. D. Merca. 1973. An improved technique for evaluating resistance of rice varieties to *Xanthomonas oryzae*. Plant Dis. Reporter 57(6):537-541.
19. Horino, O. and T. W. Mew. 198O. Resistance of Japanese and IRRI differentials to pathotyps of *Xanthomonas oryzae* in the Philippines. Collaborative Research Project on Bacterial Blight Between IRRI-TARC.
20. Horino, O., T. W. Mew, G. S. Khusk and A. Ezuka. 1981. Comparison of two differential systems for distinguishing pathogenic groups of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*. Ann. Phytopath. Soc. Japan 47:1-14.
21. Horino, O, B. H. Siui, S. A. Miah and T. W. Mew. 1983. Virulence of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* isolated in Indonesia

and Bangladesh. Ann. Phytopath. Soc. Japan 49:191-199.

22. International Rice Testing Program. 1980. Standard Evaluation System for Rice. 2nd ed. IRRI, Philippines 44 PP.

23. Mew, T. W. 1987. Current status and future prospects of research on bacterial blight of rice. Ann. Rev. Phytopathol. 25 : 359-382.

24. Mew, T. W. and C. M. Vera Cruz. 1979. Variability of *Xanthomonas oryzae*. Specificity in infection of rice differentials. Phytopathology 69(2):152-155.

25. Mew, T. W., C. M. Vera Cruz and R. C. Reyes. 1981. Characterization of Resistance in rice to bacterial blight. Ann. Phytopath. Soc. Japan 47:58-67.

26. Reddy, C. R. and S. H. Ou. 1976. Characterization of *Xanthomonas oryzae*(Uyeda et) In shiyama Dowson, the bacterial blight pathogen of rice. Ann. Phytopath. Soc. Japan 42:124-13O.

27. Wasano, Vikuo and M. P. Dhanapala. 1982. Genetic analysis and selection for the polygenic resistance to bacterial leaf blight (*Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*) of rice. Japan J. Trop. Agr. 26(3):13O—139.

28. Society of American Bacteriologists. 1957. Manual of Microbiological methods. 5th ed. Mc Graw Hill Book Co., New York 315 pp.

Screen of Rice Varieties for Resistance to *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* in Taiwan[1]

Yih-Chang Chang and Lih-Jiuan Hsieh[2]

Summary

The purpose of this study is to screen rice varieties resistant to *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* , the causal organism of rice bacterial blight. A total of 17 isolates of the bacterium was used as inocula to inoculate 111 rice varieties/lines in the fields through 5 crop seasons from 1996 to 1998. Fifteen hills of each tested varieties/lines were wounded-inoculated with the suspension of each bacterial isolate in a concentration of 10^{9-10}cells/ml by leaf clipping method. The results show that 5 bacterial isolates were more virulent and 15 rice varieties/lines were more resistant than others respectively. The virulent isolates included XF 17,XM 1,XH 2,XM 10 and XH 24-b. Whereas 15 tested varieties/lines showing highly resistant could be used as parents for rice breeding. They were IR 4442-46-3-3-3,IR 22,IR 22082-41-2,Malagkit songsong,IR 29,IR 30,IR 20' ,IR 28,IR 20,Tainung sen 19,Chianung sen 6,IR 1514A,B 5354-5D-MR-1,IR 1545-339 and IR 26' . Among them, IR 20' and IR 26' were re-introduced from IRRI in 1992.

Key words: Rice variety, Bacterial blight of rice, *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*, Races, Disease resistance.

---

1. Contribution No. 1995 from Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture.

2. Respectively, Associate Researcher and Research Assistant, Department of Plant pathology, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究

第四十八卷　第三期

中華民國八十八年九月出版

發行人：林俊義

總編輯：陳炳輝

編審委員：

農藝組：盧煌勝（主審）
王強生　呂秀英　郭益全　陳一心
楊純明　劉大江　劉新裕　蔡新聲

園藝組：蕭吉雄（主審）
王德男　施昭彰　徐信次　劉政道
歐錫坤

農化組：林木連（主審）
王鐘和　吳繼光　郭鴻裕　劉慧瑛

植病組：彭金騰（主審）
安寶貞　林正忠　張清安　程永雄
蔡武雄

昆蟲組：羅幹成（主審）
王清玲　何琦琛　周樑鎰　陳炳輝
陳健忠　鄭允　鄭清煥

農機組：梁連勝（主審）
黃禮棟　賴建州　蔡致榮

另聘請農業評議委員或各大學院校有關學者專家擔任審查委員。

Vol. 48, No.3 Sep. 1999

JOURNAL
OF
AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

PUBLISHER: Chien-Yih lin

EDITOR IN CHIEF: Bing-Huei Chen

EDITORIAL BOARD:

Chi-Hsiung Hsiao (Horticulture)
Mu-Lien Lin (Agri. Chemistry)
Lien-Sheng Liang (Agri. Engineering)
Kang-Chen Lo (Applied Zoology)
Hung-Shung Lu (Agronomy)
Jin-Torng Peng (Plant Pathoiogy)

EDITORIAL ADVISORY BOARD:

Pao-Jin Ann
Chin-An Chang
Bing-Huei Chen
Chien-Chung Chen
Yi-Shin Chen
Ching-Huan Cheng
Edward Yun Cheng
Yung-Hsiung Cheng
Liang-Yih Chou
Horng-Yuh Guo
Chyi-Chen Ho
Hsin-Tszu Hsu
Li-Duhng Huarng
Yih-Chuan Kuo
Chien-Chou Lai
Cheng-Chung Lin
Tsung-Dao Liou
Dah-Jiang Lai
Hury-Ing Liu
Sin-Yie Liu
Hsiu-Ying Lu
Shyi-Kuan Ou
Jau-Chang Shih
Wu-Hsiung Tsai
Hsun-Sheng Tsay
Jyh-Rong Tsay
Chan-Sen Wan
Chong-Ho Wang
Chin-Ling Wang
Der-Nung Wang
Chi-Guang Wu
Chwen-Ming Yang

Reviewers of Related Fields Are Invited from Universities, Other Research Organizations.

統一編號
030853880023

行政院新聞局出版事業登記證局版臺省誌字第二九八號
中華郵政中臺字第○三○九登記爲雜誌交寄

Vol.48, No.3 Sep.1999

JOURNAL OF

AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

(Formerly Journal of Taiwan Agricultural Research)

CONTENTS

Studies on the Differences of Storage Proteins Content among Rice Varieties and its Relationship to Palatability of Milled Rice
···Young-Pei WU, Ai-Na Hsu, Yi-Sin Chen, Lung-Che Chen and Yih-Ching Huang···1

Reaction on International Rice Varieties and Breeding Lines to Blast and Its Utilization in Taiwan··· Lung-Che Chen···12

Genetic Varition and Inheritance of Tainan-White Maize Inbred Lines Resistance to the Asian Corn Borer (Ostrinia furnacalis)
···Guang-Jauh Shieh, Bing-Huei Chen, Chan-Lee Ho and Huang-Shung Lu···24

Effect of Planting Seasons on Accumulation of Dry Matter and Nitrogen in Wetland Taro···Lit-Fu Chun, Chun-Tang Lu, Meng-Li Wei and Hsiu-Ying Lu···32

Comparison on the Photosynthetic Production in Wetland Taro during Plant Development between Crop Seasons
···Meng-Li Wei, Lit-Fu Chan, Chun-Tang Lu and Hsiu-Ying Lu···47

Breeding of Papaya New Variety-Tainung No.6
···Der-Nan Wang, Ruey-Heng, Ueng J-Jwo Huang ang Shiow-Feng Shyu···65

Study on the Possibility of Planting Lowchill Nectarine at Low Land Area in Taiwan
···Ien-Chie Wen and Yar-Tin Wu···75

Role of Ethylene in the Early Senescence of Chilling Injured Phalaenopsis Floret.
···Chao-Chia Huang, Tsu-Tsuen Wang and Hui-Shui Huang···84

Screen of Rice Varieties for Resistance to *Xanthomonas oryzae pv.oryzae* in Taiwan···Yih-Chang Chang and Lih-Jiuan hsieh···101

Published by

THE TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE,

COUNCIL OF AGRICULTURE

Taichung, Taiwan, Republic of China